



# Estimation des densités de lynx dans le massif du Jura entre 2011 et 2014



© ONCFS - FRC FC - ONF - FDC 01 - FDC 25 - FDC 39 - RNHCJ

**SYLVAIN GATTI<sup>1</sup>,**  
**LAETITIA BLANC<sup>2</sup>,**  
**OLIVIER GIMENEZ<sup>2</sup>,**  
**ERIC MARBOUTIN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ONCFS, CNERA Prédateurs et animaux déprédateurs – Gières.

<sup>2</sup> Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, UMR 5175, campus CNRS, Biostatistiques et biologie des populations 1919 route de Mende, 34293 Montpellier Cedex 5.

Conception et réalisation de l'étude :  
ONCFS/FRC FC/ONF/FDC 01/  
FDC 25/FDC 39/RNHCI

*Depuis 2011, des sessions de piégeage photographique intensif visant le lynx ont été réalisées sur une grande partie du massif jurassien. L'objectif était de pouvoir estimer de manière fiable l'abondance et la densité de l'espèce à partir de plans d'échantillonnage prédéfinis. Cette campagne permet d'obtenir pour la première fois en France des estimations précises des densités de lynx sur de vastes zones.*

L'abondance et la densité sont deux paramètres cruciaux pour caractériser le statut d'une espèce dans une région donnée. Depuis le retour du lynx dans le massif jurassien, le CNERA PAD de l'ONCFS coordonne un effort de récolte d'indices de présence sur le terrain via un réseau de correspondants formés à cette tâche. Ce réseau réunit des

agents de l'ONCFS, de l'Office national des forêts (ONF), des fédérations départementales des chasseurs (FDC), des aires protégées, des collectivités territoriales, des naturalistes, des guides et accompagnateurs et d'autres volontaires d'horizons variés. Ces indices sont essentiels pour connaître les aires de répartition et caractériser, d'une part, la récurrence de la présence du lynx et,



Installation d'un piège photographique dans le Doubs. Les appareils sont posés à la hauteur du garrot de l'animal, de part et d'autre d'un passage connu ou supposé.

© S. Gatti/ONCFS

d'autre part, les zones nouvellement colonisées. Cette approche à vocation essentiellement descriptive de la répartition géographique de l'espèce ne permet cependant qu'une estimation approximative de son niveau d'abondance (Laurent *et al.*, 2012).

Dans le cas d'espèces telles que le lynx, qui sont discrètes, présentes à relativement faible densité et dont les domaines vitaux sont vastes, l'estimation précise de l'abondance se heurte à la détection imparfaite des animaux lors des campagnes de recensement. La combinaison des nouvelles méthodes de piégeage photographique et du cadre mathématique rigoureux des modèles de capture-recapture permet désormais d'estimer l'abondance et la densité de façon plus précise.

Depuis l'hiver 2010-2011, l'ONCFS a coordonné ses efforts et ceux de ses partenaires de la Fédération régionale des chasseurs de Franche-Comté (FRC FC), de l'ONF, des FDC du Doubs (FDC 25), du Jura (FDC 39) et de l'Ain (FDC 01), de la Réserve naturelle de la Haute Chaîne du Jura (RNHCJ) et de quelques volontaires, afin d'exploiter les données photographiques de lynx préexistantes, tout en mettant en œuvre des sessions intensives de piégeage photographique sur le massif du Jura.

### Le piégeage photographique : un outil de suivi robuste

Le principe du piégeage photographique intensif repose sur la répartition régulière (plan d'échantillonnage dit « systématique ») sur un territoire donné d'un très grand nombre d'appareils photo automatiques, qui détectent tout animal passant devant eux. Les appareils sont disposés le long de pistes forestières ou de chemins, en

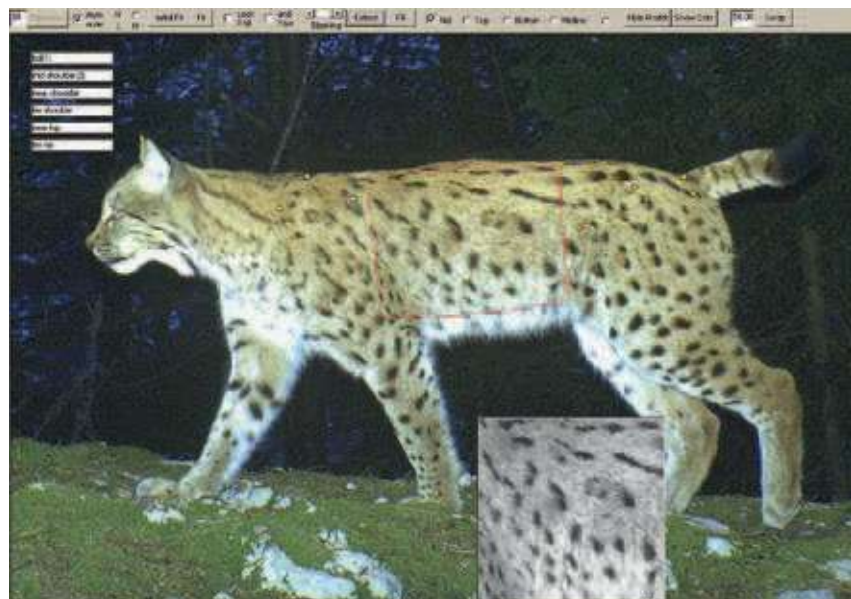
fonction de la connaissance fine du terrain par les partenaires locaux et de leur expérience préalable des points de passage potentiels des lynx. Les pièges sont posés par paire de chaque côté du passage, afin de prendre en photo les deux flancs du lynx qui serviront à une identification individuelle sans ambiguïté de l'animal.

#### Une identification d'après les motifs du pelage

L'identification individuelle est basée sur l'analyse des motifs du pelage, qui sont propres à chaque lynx. Cette identification peut se faire à l'œil, mais avec le nombre croissant de données photographiques, un

logiciel de reconnaissance et de comparaison des motifs a été adapté pour le lynx, afin de faciliter cette tâche. Le logiciel permet d'extraire les motifs du flanc de l'animal et de les comparer aux autres motifs de la base de données. Le logiciel calcule des scores de correspondance et l'identification est validée par l'utilisateur. Ces identifications permettent de construire un historique de capture pour chaque animal (par capture, on entend ici la prise photographique de l'animal sur un site particulier) au cours de la session intensive. C'est cet historique de capture, analysé dans un modèle mathématique de capture-recapture, qui va fournir une estimation de l'abondance des lynx sur la zone étudiée (cf. encadré et Gatti *et al.*, 2011).

Logiciel d'aide à l'identification des lynx. Les motifs du pelage sont extraits des photographies et comparés à ceux de la base de données.



© S. Gatti/ONCFS

## Des résultats précis, des situations contrastées

Ces campagnes de suivi intensif ont couvert une superficie d'environ 4 000 km<sup>2</sup> et permis pour la première fois d'obtenir des estimations précises des densités de lynx sur les zones étudiées (figure 1).

Depuis le début de cette étude, 65 lynx différents ont été identifiés au cours des sessions successives, et certains repris plusieurs fois sur les différentes zones. Des individus ont été photographiés jusqu'à 39 fois lors d'une même session, mais la majorité l'ont été moins de 5 fois (figure 2).

Les surfaces couvertes par ces lynx sont très variables. Les distances maximales entre les sites sur lesquels un même animal a été photographié permettent d'estimer la superficie réellement échantillonnée au cours de l'étude (encadré). La moyenne des déplacements maximaux enregistrée au cours de ces sessions est de 12 km, le maximum le plus important relevé étant de 54 km. Le tableau 1 résume les données des différentes sessions.

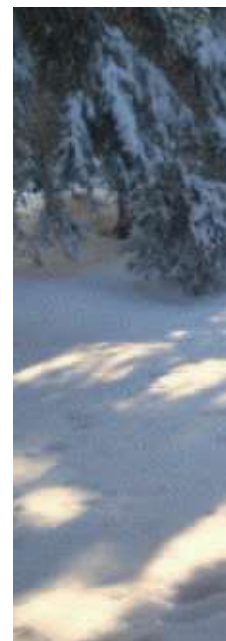
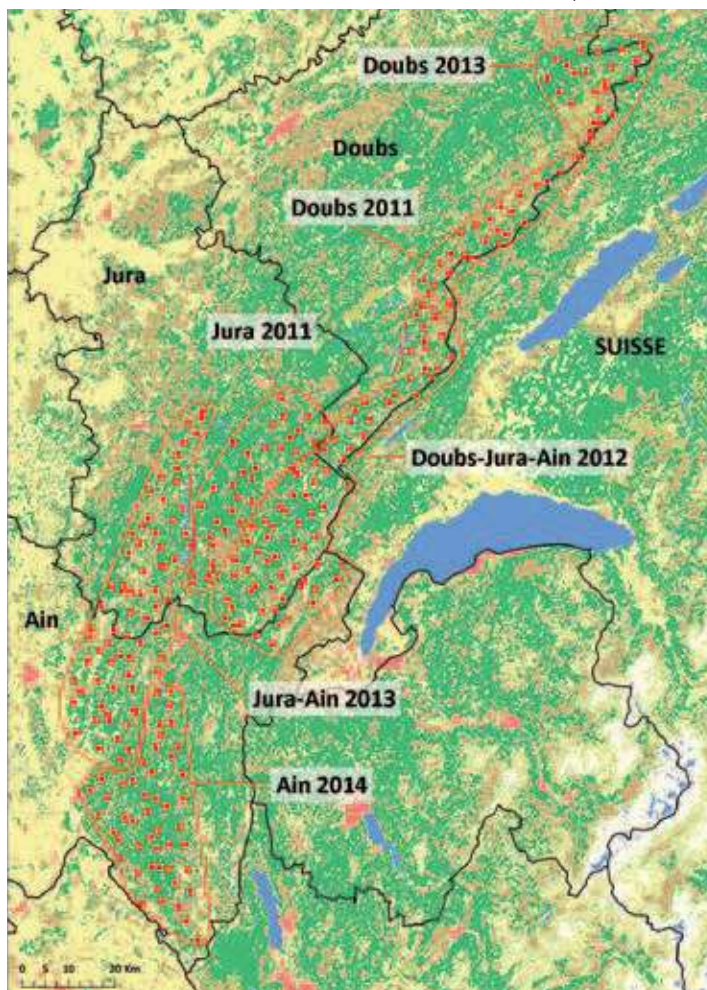
Ces chiffres donnent une idée de la variabilité des déplacements des animaux. Par ailleurs, la correction des effectifs observés par les modèles mathématiques reste modérée, soulignant ainsi la bonne efficacité du dispositif grâce, entre autres, à la connaissance fine de l'espèce par les partenaires locaux.

### Une moyenne de 1 lynx/100 km<sup>2</sup>, avec de fortes variations locales

À partir de ces estimations d'abondance et de surfaces échantillonnées, les densités locales peuvent finalement être calculées. Elles se situent autour d'une valeur moyenne de 1 lynx/100 km<sup>2</sup> dans le Jura français, avec néanmoins des variations de l'ordre de 50 % selon les situations étudiées (figure 3). Ces valeurs sont comparables aux chiffres obtenus de l'autre côté de la frontière, en Suisse (voir les rapports sur [www.korach.ch](http://www.korach.ch)).

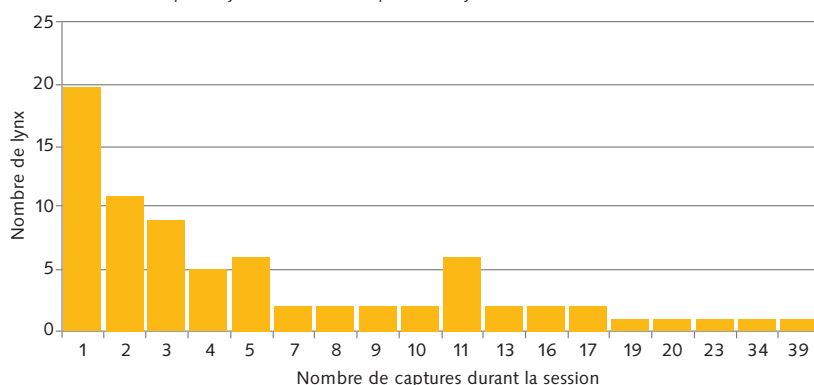
**Figure 1** Zones étudiées sur le massif du Jura depuis 2011.

Les points correspondent aux sites sur lesquels une paire d'appareils était disposée  
Source carte : Corine Land Cover, © ESA 2010 & Université catholique de Louvain.



**Figure 2** Nombre de lynx différents détectés un nombre donné de fois.

Exemple : 20 lynx n'ont été détectés qu'une fois, 6 lynx l'ont été 11 fois, et un seul l'a été 39 fois.



**Tableau 1** Synthèse des résultats des sessions de piégeage photographique réalisées dans le massif du Jura entre 2011 et 2014.

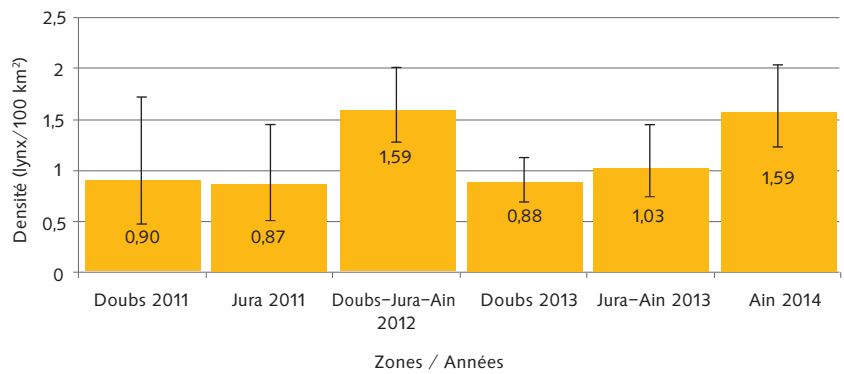
Session	Nombre de lynx détectés	Abondance estimée	Moy. des déplacements maximaux (km)	(max.)	Superficie du dispositif (km <sup>2</sup> )	Estimation de la superficie échantillonnée (km <sup>2</sup> )
Doubs 2011	4	5	8,27	(9,28)	239	554
Jura 2011	9	12	16,20	(27,63)	458	1 388
Doubs-Jura-Ain 2012	21	25	8,94	(27,26)	1 256	1 596
Doubs 2013	5	5	9,09	(19,78)	274	594
Jura-Ain 2013	19	25	18,00	(53,96)	906	2 478
Ain 2014	19	23	13,00	(22,25)	685	1 464



© ONCFS/FRC FC/ONF/FDC

**Figure 3** Estimations des densités de lynx par piégeage photographique intensif depuis 2011 sur le massif du Jura.

Les densités sont exprimées en nombre de lynx indépendants/100 km<sup>2</sup> avec un intervalle de confiance à 95 %.



Depuis le début de l'étude, 65 lynx différents ont été identifiés grâce au piégeage photographique.

Encadré

**Capture-recapture : compter les lynx et ceux qu'on loupe...**

Avec la possibilité d'identifier et de reconnaître les individus, des modèles mathématiques dits de capture-recapture peuvent être utilisés. Ils sont basés sur le principe qu'aucune population ne peut être dénombrée directement de façon exhaustive. Il faut alors, en plus des individus détectés, estimer combien d'autres ne l'ont pas été.

La première étape consiste à définir un plan d'échantillonnage qui découpe la zone retenue en un quadrillage de cellules de 2,7 km de côté ; une cellule sur deux est équipée de pièges photographiques. Ce protocole déjà éprouvé (Zimmermann *et al.*, 2007) permet de couvrir par au moins deux sites échantillonnés le domaine vital de chaque lynx présent sur la zone. De plus, cette standardisation du zonage permet d'obtenir des données comparables avec celles des études suisses sur le reste du massif du Jura et les Alpes centrales.

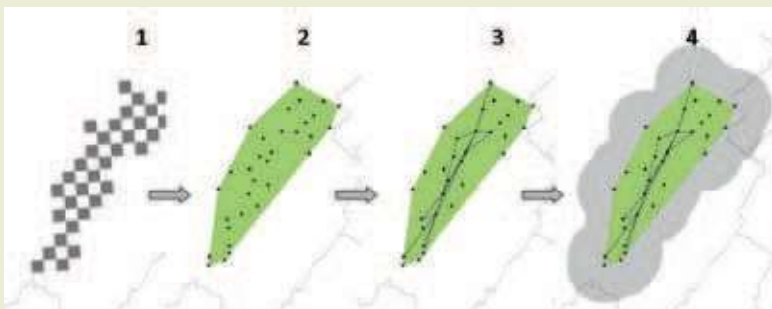
En réalisant le suivi photographique pendant deux mois découpés par semaine, on multiplie les « occasions » de capture et de recapture photographiques hebdomadaires des individus. C'est en utilisant l'historique de capture (ou non capture) pour chaque animal identifié que le modèle mathématique calcule une probabilité de détection hebdomadaire : un individu présent dans la zone d'étude a une certaine probabilité

d'être pris en photo, et évidemment une probabilité inverse d'échapper au dispositif. Le modèle va ainsi corriger l'effectif de lynx détectés pour y ajouter ceux qui, selon cette probabilité, n'ont pas été photographiés durant l'étude, bien qu'ils fréquentent la zone échantillonnée.

Après comparaison de différents modèles mathématiques d'estimation de l'abondance, celui retenu tient compte de l'hétérogénéité individuelle de détection (chaque lynx a une probabilité différente d'être détecté, liée par exemple aux spécificités individuelles d'occupation de l'espace).

Pour estimer la densité locale, cette abondance doit être rapportée, non pas à la surface théoriquement échantillonnée, mais à celle réellement utilisée par les animaux. Les domaines vitaux des animaux peuvent en effet s'étendre au-delà de la zone d'étude. En l'absence de données de télémétrie pour estimer ces domaines vitaux, on utilise une zone tampon circulaire autour de chaque site équipé de pièges photo. Le diamètre de ce tampon est égal à la moyenne des distances maximales de déplacement observées pour chacun des lynx identifiés sur la zone d'étude (Balme *et al.*, 2009).

Finalement, l'abondance estimée par les modèles mathématiques sera rapportée à cette surface pour obtenir l'estimation de la densité sur la zone étudiée.



**Figure 4** Étapes du suivi intensif et de l'estimation des densités.

1. La zone d'étude est quadrillée.
2. Une cellule sur deux est sélectionnée pour y disposer les appareils.
3. Pour chaque lynx, on mesure la distance maximale entre les sites sur lesquels l'individu a été détecté. La moyenne (pour tous les lynx) de ces distances maximales sert d'approximation au diamètre moyen d'un domaine vital.
4. Une zone tampon, d'un tel diamètre, est ajoutée autour des sites de pose des pièges photographiques et donne la surface totale de l'aire effective échantillonnée.

Ces variations d'estimations des densités moyennes pourraient correspondre aux effets de différents facteurs et de leurs interactions. Tout d'abord, l'abondance locale et/ou la densité peuvent varier en fonction de la disponibilité en proies ou plus généralement en habitats favorables. Par ailleurs, les différents habitats prospectés, ou des variations dans la connaissance locale des habitudes des lynx, peuvent compliquer la sélection des sites adéquats pour la pose des pièges photographiques et influencer la probabilité de photographier des lynx (mais les modèles mathématiques utilisés compenseraient – au moins en partie – ce problème). Enfin, les résultats de ces modèles mathématiques sont sensibles justement à la façon dont les animaux fréquentent la zone étudiée. En effet, le principe d'une population dite fermée sur le plan démographique doit être respecté (durant l'étude, pas d'émigration/immigration ni de mortalité dans la zone concernée). Or, il est très probable que certains des animaux pris en photo aient au moins une partie de leur domaine vital en dehors de cette zone. La fréquentation passagère de ces individus peut induire une surestimation de la densité locale (mais les modèles tiennent néanmoins compte de l'hétérogénéité de détection d'un animal à l'autre). Vu les méthodes disponibles auparavant, et étant donné les modèles utilisés et les données dont on dispose, les résultats obtenus restent cependant les plus fiables actuellement.

## Conclusions

Les sessions intensives de piégeage photographique ont prouvé leur efficacité ces dernières années pour une meilleure connaissance du lynx dans le massif jurassien. Cette méthode nous fournit pour la première fois des estimations robustes, sur le plan statistique, de son abondance et de ses densités au cœur-même de la population présente en France.

La poursuite de cette étude permettra à l'avenir d'établir des comparaisons entre les différentes estimations pour les mêmes zones. Par ailleurs, l'utilisation à terme de modèles mathématiques dits « spatialement explicites », et prenant donc en compte la position géographique des photos, permettra de définir les centres d'activités des animaux et d'en tenir compte dans le calcul de la densité et de sa variabilité dans l'espace. De tels modèles sont actuellement en développement par l'équipe du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE)

de Montpellier (Blanc *et al.*, 2013). La mise en commun des données avec la Suisse doit également permettre de renforcer la robustesse de ces analyses, en tenant compte des individus transfrontaliers.

Finalement, une approche combinée novatrice, qui associe des données issues du piégeage photographique et celles des suivis extensifs du réseau Lynx, est également en développement au CEFE (Blanc *et al.*, sous presse). Ces nouvelles approches constitueront un moyen supplémentaire d'exploiter toute la richesse et l'abondance des informations collectées sur cette espèce, qui reste discrète et dont le statut sur les différents massifs de présence (alpin, jurassien, vosgien) continue d'évoluer.

## Remerciements

Nous remercions l'ensemble des agents de l'ONCFS, des FDC, de l'ONF, des RN et les volontaires sans qui une telle étude serait impossible, ainsi que F. Zimmermann (KORA) pour son soutien technique et ses conseils avisés. ■

## Bibliographie

- Balme, G.A., Hunter, L.T.B. & Slotow, R. 2009. Evaluating methods for counting cryptic carnivores. *The Journal of Wildlife Management* 73(3): 433-441.
- Blanc, L., Marboutin, E., Gatti, S. & Gimenez, O. 2013. Améliorer les estimations de densité de lynx : les modèles gagnent une nouvelle dimension. *Bulletin du Réseau Lynx* 18 : 24-27.
- Gatti, S., Blanc, L., Gimenez, O., & Marboutin, E. 2011. Première session intensive de piégeage photographique en Franche-Comté. *Bulletin du Réseau Lynx* 17 : 20-23.
- Laurent, A., Léger, F., Briaudet, P.-E., Léonard, Y., Bataille, A. & Goujon, G. 2012. Évolution récente (2008-2010) de la population de lynx en France. *Faune sauvage* 294 : 38-39.
- Zimmermann, F., Fattebert, J., Breitenmoser-Würsten, C. & Breitenmoser, U. 2007. Abondance et densité du lynx : estimation par capture-recapture photographique dans le Nord du Jura suisse. *KORA Report* n° 37. 24 p.

