

Amélioration de la coexistence entre le Lynx boréal et les activités humaines : Examen de la problématique du dérangement lié aux activités anthropiques – Revue bibliographique pistes de suites à donner

préparé par Sylvain Gatti pour la DREAL Bourgogne-Franche-Comté

Contexte

Suite aux interrogations de certains acteurs lors de l'élaboration du Plan National d'Actions (PNA) en faveur du Lynx boréal et de son examen du document, le Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN) recommande qu'une action spécifique soit consacrée à l'influence du dérangement lié aux activités humaines. Le CNPN s'interroge en particulier sur les dérangements en lien avec les activités cynégétiques exercées à des périodes sensibles de la biologie de l'espèce et/ou selon certaines modalités (battues, chiens courant). Plus largement, la question des effets potentiels des activités d'aménagement, d'exploitation forestière et des activités de nature est aussi posée. Ainsi le CNPN distingue :

- le lancement d'un suivi de l'influence de certaines pratiques de chasse (chasses en battue avec chiens notamment) ou à certaines périodes (chasses d'été à une période sensible pour l'espèce) et notamment leur possible relation avec les signalements récurrents de jeunes lynx orphelins,
- l'étude des effets potentiels des activités d'aménagement (accessibilité des massifs) et d'exploitation forestière (modalités et calendrier) et des activités récréatives ou sportives en milieu naturel, à certaines périodes sensibles de l'année ou dans certaines zones de quiétude et dans les secteurs-refuges pour le lynx.

Dans son avis du 6 juillet 2021, le CNPN recommande que l'étude sur le dérangement par les activités humaines figure explicitement parmi les actions du PNA et soit plus complètement décrite dans la fiche objectif 1.6 du projet de PNA intitulée « Étudier l'influence des activités humaines en termes de dérangement sur l'espèce ».

Dans ce contexte, La DREAL s'interroge donc sur les types d'études et les moyens à mettre en place pour améliorer objectivement les connaissances sur ce sujet et émettre des recommandations sur d'éventuelles mesures de prévention ou d'atténuation des effets du dérangement. Le travail qui suit s'inscrit donc dans cette réflexion et est soumis à l'avis de Conseil Scientifique notamment vis à vis des pistes de recherche à développer.

Introduction

De part leurs besoins écologiques et leurs interactions avec les activités humaines, la conservation des carnivores pose un défi particulier dans des environnements fortement anthropisés. Une préconception généralement rependue veut que les grands carnivores (mais aussi les ongulés) ne puissent pas coexister à des échelles spatiales fines avec les populations ou certaines activités humaines. Bien souvent, les données empiriques ou quantitatives sont très limitées quant à la capacité et les mécanismes permettant à ces

espèces de coexister avec les activités humaines, et les récits individuels ou les anecdotes peuvent alimenter les spéculations. Dans le débat entre « ségrégation » et « coexistence » (*land-sparing* contre *land-sharing*, Phalan *et al.*, 2011), certains recommandent de se concentrer sur les aires protégées, avec des mesures de protection fortes, l'exclusion de certaines activités, d'autres prônent une approche plus intégrative de ces espèces dans les paysages anthropisés, dans une dynamique de coexistence (Carter *et al.*, 2012; Carter & Linnell, 2016; Lute *et al.*, 2018).

Les populations des lynx en France (et en Europe, pour les populations occupant des paysages similaires) sont amenées à se développer dans des habitats et des milieux fortement impactés par l'activité humaine : forte densité des infrastructures de transport, mosaïques de milieux agricoles/urbains/semi-naturels, exploitation et fragmentation des milieux forestiers, forte densité d'utilisateurs de la nature, etc. Pour une espèce comme le lynx, territoriale, vivant sur de vastes domaines vitaux (> 100-280 km², voir les synthèses et détails dans le document PNA), l'approche de la coexistence semble la plus adaptée, les aires protégées, dans ce cas, ne pouvant suffire pour subvenir aux besoins de l'espèce (Linnell *et al.*, 2001, 2015). Dans ce contexte, pour qu'une stratégie de coexistence fonctionne, il convient de s'intéresser à tous les aspects des interactions entre humains - et activités humaines - et la biologie et l'écologie du lynx. Les effets de la répartition des ressources et des habitats favorables au sein des paysages fortement modifiés par l'empreinte humaine sont généralement bien étudiés. Dans le cas du lynx, les études montrent que l'espèce privilégie des surfaces continues de zones boisées avec un couvert important, principalement en raison de la répartition de ses proies (Schadt *et al.*, 2002; Zimmermann & Breitenmoser, 2002; Mikusinski & Angelstam, 2004; Niedziatkowska *et al.*, 2006) mais aussi pour leurs conditions propices à la chasse à l'affût, et la présence de sites favorables pour les périodes de repos et la mise bas (Sunde *et al.*, 1998; Podgórski *et al.*, 2008; Müller *et al.*, 2014). Toutefois, les lynx peuvent aussi utiliser d'autres milieux pour la chasse comme les prairies, les landes et maquis en lisière de forêt (Schadt *et al.*, 2002; Zimmermann, 2004; Basille *et al.*, 2009) voir même s'établir dans des zones fortement peuplées avec de vastes surfaces agricoles (Plateau Suisse, Zimmermann & Von Arx, 2021). Les lynx s'accommodent relativement bien de la présence humaine, tant que les proies sont abondantes et qu'ils disposent de refuges forestiers et de terrain escarpé à proximité (Zimmermann & Breitenmoser, 2007; Podgórski *et al.*, 2008). Les lynx modulent aussi leur activité et l'utilisation de l'habitat pour satisfaire ce compromis entre abondance des proies et perturbation humaines (Bunnefeld *et al.*, 2006; Bouyer *et al.*, 2015). A l'échelle du domaine vital, les lynx vont adapter leur rythme d'activité et leur utilisation de l'espace afin de minimiser leurs interactions avec les activités humaines tout en fréquentant les zones riches en proies et favorables à leur technique de prédation (Filla *et al.*, 2017; Gehr *et al.*, 2017).



Un lynx traverse une zone habitée, Saint Germain de Joux, Ain 2011 © Voisin /Réseau-Loup-Lynx

Ces adaptations spatio-temporelles fines soulignent le potentiel de coexistence des lynx avec les activités humaines dans des milieux fortement modifiés. D'autres exemples sont présentés dans la littérature de carnivores capables de s'adapter à de tels milieux (par ex. tigres, léopards, pumas, hyènes, Gehrt *et al.*, 2010; Carter *et al.*, 2012; Athreya *et al.*, 2013) et viennent parfois bousculer les préconceptions qui voudraient que de telles espèces nécessitent obligatoirement des milieux dénués de toute empreinte humaine. Toutefois, il peut exister des seuils au-delà desquels le niveau de perturbation n'est plus tolérable pour les espèces, et un cumul des perturbations peut suffire à rendre la coexistence impossible. Le dérangement est une de ces perturbations d'origine anthropique qui peut agir au niveau individuel, et potentiellement avoir des répercussions au niveau supérieur (population locale).

Ce rapport examine la thématique du dérangement dans le contexte du PNA pour les actions visant à garantir la conservation du lynx et de l'amélioration de la coexistence avec les activités humaines. Une recherche bibliographique a été effectuée pour les articles traitant de la thématique du dérangement de la faune sauvage. Une attention particulière a été donnée aux articles s'intéressant aux carnivores terrestres, et encore plus précisément aux félins. Les activités qui pourraient entraîner des dérangements pour les lynx sont détaillées, ainsi que les effets et les impacts potentiels de ces activités. Suivant les demandes du CNPN, l'attention s'est portée plus particulièrement sur les activités de chasse, avec présence de chiens, sur les activités de pleine nature ou d'observation de la faune en zone de présence du lynx, et sur les travaux forestiers. Des propositions sont faites en termes d'actions à mener et de pistes de recherche à développer pour répondre à un éventuel enjeu.

Méthode

Grâce à plusieurs travaux de synthèse et de méta-analyses, la bibliographie de référence des 40 dernières années sur les dérangements anthropiques de la faune sauvage est bien documentée (Tamisier *et al.*, 2003;

Blanc *et al.*, 2006; Larson *et al.*, 2016; Dertien *et al.*, 2021). Ce sont près de 300 articles qui ont été passés en revue dans ces synthèses, et pour les besoins de ce rapport, plusieurs articles francophones et/ou spécifiques aux lynx y ont été rajoutés. Ces articles concernent surtout des activités « non-consommatrices » (récréatives, motorisés ou non, randonnée, tourisme, cyclisme, équitation, sports de glisse, de neige, course à pied, escalade, observation, photographie, etc., Reed & Merenlender, 2008) mais aussi les effets des activités « consommatrices » (chasse, pêche, collecte ou exploitation de produits de la nature, etc.) qui ne cible pas l'espèce étudiée mais peuvent indirectement constituer une perturbation et créer un dérangement.

Il convient d'abord de faire un rappel sémantique sur les notions de perturbations, dérangement, effets et impacts. La notion de perturbation est large car elle est généralement entendue comme tout évènement affectant l'état normal d'un écosystème dans sa globalité. Les perturbations peuvent être d'origine naturelle (évènements climatiques, sismiques, volcaniques, épizooties, etc.) ou anthropique (destruction, modification des milieux, pollutions, etc.). Le dérangement de la faune n'est donc qu'un type de perturbation parmi d'autre. De même, les effets doivent être distingués des impacts : l'observation d'une réponse comportementale ou physiologique – l'effet - en réaction à un dérangement ne présume rien quant aux conséquences - l'impact – de ces réponses. Les conséquences du dérangement peuvent aussi opérer à différentes échelles temporelles : court terme (déplacement de l'individu), moyen terme (modification de l'utilisation de l'habitat) et long terme (changement de répartition de l'espèce, diminution des effectifs dans la zone, etc.). Pour la suite, on s'attachera à utiliser ces termes suivant les définitions synthétisées par Le Corre (2009, à partir notamment des travaux de Triplet & Schricke, 1998; Tamisier *et al.*, 2003; Triplet *et al.*, 2003; Blanc *et al.*, 2006) : le dérangement est tout évènement généré par l'activité humaine qui provoque une réaction de défense ou de fuite d'un animal. On parlera d'impact quand la réaction induit directement ou non, une augmentation des risques de mortalité pour les individus de la population considérée ou, en période de reproduction, une diminution du succès reproducteur (ce que certains auteurs généralisent en parlant de diminution de la valeur adaptative ou *fitness*). Ainsi pour Le Corre (2009) : *Le dérangement de la faune n'a pas pour objet la destruction ou la dégradation physique des habitats des espèces mais les conséquences, à plus ou moins long terme, de la confrontation directe entre la pratique des activités humaines (récréatives, sportives ou professionnelles) et la présence d'animaux sauvages sur les mêmes milieux.* On peut d'ailleurs regretter à ce titre que la traduction française des textes des directives européennes (et leur application dans la législation française) ait choisi le terme de « perturbation » pour traduire le terme original de « *disturbance* », plutôt que « dérangement » pour désigner les interactions directes entre les activités humaines et la faune sauvage, alors qu'en anglais, « *perturbation* » désigne bien la cause de la « *disturbance* ».

Tendances générales des études sur le dérangement

Les études se concentrent surtout sur les oiseaux et les mammifères (autour de 40% des études respectivement) et près de 60% d'entre elles mettent en évidence des effets classés comme négatifs (baisse de la fréquentation des sites perturbés, changement des budgets temps, de l'utilisation de l'espace, etc.). Les articles francophones ou concernant la France se consacrent surtout aux oiseaux, avec la mise en évidence d'effets importants des dérangements. Alors que le nombre de publications sur les effets des activités récréatives sur la faune augmente (Larson *et al.*, 2016), les liens entre des réponses à court-terme aux perturbations humaines et des conséquences au niveau de la population restent difficiles à établir (Gill *et al.*,

2001; Frid & Dill, 2002). Les impacts réels (sur la survie, la physiologie ou la reproduction) sont rarement mesurés et des recommandations en termes de gestion manquent encore sur les activités présentant un dérangement potentiel.

De ces synthèses, il apparaît des tendances générales qui sont :

- les activités humaines, même non-consommatrices, peuvent produire des effets similaires à la prédation, une « prédation non-létale » (Frid & Dill, 2002) qui engendre des coûts au détriment d'autres activités essentielles,
- toutes les espèces ne sont pas égales dans leur sensibilité aux dérangements, et les effets dépendent fortement du contexte (environnement physique, paysages, habitats, périodes de l'année, état physiologique de l'animal),
- les effets semblent plus forts lorsque les perturbations sont dispersées dans l'environnement et non concentrées sur des sites prédictibles (comme des chemins, des zones délimitées), de même lorsque le contact avec la faune est recherché plutôt que fortuit,
- la présence de chien (accompagné ou non, en laisse ou en liberté) semble être un facteur majeur de perturbation, auquel la faune ne semble jamais capable de s'habituer,

Un quart des articles concernant les mammifères examinent les effets sur les carnivores. Pour les félins (une dizaine d'articles), les seules réponses (quand elles sont observées) sont de type comportemental (modification des budgets temps et des rythmes d'activités), présence ou abondance détectée (préférences d'habitat, éloignement des sources de dérangement), et une réponse physiologique d'hormone de stress chez les chats forestiers en Espagne (Piñeiro *et al.*, 2012).

Ces réponses, surtout si elles se répètent régulièrement, peuvent :

- modifier le temps consacré aux activités essentielles tels que la recherche et la prise de nourriture, ou le repos,
- modifier l'organisation spatiale et temporelle de l'utilisation de l'habitat, poussant potentiellement les individus vers des « refuges » où les conditions écologiques ne sont pas idéales et/ où le risque de mortalité est plus élevé, reproduisant effectivement des effets similaires à de la perte ou de la fragmentation d'habitat.

Le cas du lynx

Il n'existe que très peu de travaux mentionnant les dérangements dus aux activités humaines que subirait les lynx et aucune évaluation n'a été faite en France sur cette thématique. Le travail approfondi de synthèse effectuée dans le cadre de l'élaboration du plan d'action pour le Massif des Vosges ne relève pas cette thématique (Charbonnel & Germain, 2019). Le plan d'action SFEPM/WWF (Drouilly, 2019) note également l'absence d'étude sur les dérangements associés aux activités de plein air et à la perturbation des carcasses de proies tuées par le lynx mais évoque « *des recherches qui ont montré leurs impacts négatifs sur d'autres espèces de carnivores, félins y compris* » sans toutefois en citer aucune.

Dans leur rapport d'experts sur le statut des grands carnivores en Europe, Kaczensky *et al.* (2013) ont évalué l'importance relative des différentes menaces pour la survie des espèces sur la base d'une version modifiée du questionnaire de l'UICN soumis aux experts nationaux et locaux des différentes populations de carnivores

(ours, lynx, loups et gloutons). Le dérangement, décliné en quatre catégories (récréation et tourisme, transport, feu, et autre), n'apparaît qu'au 8^{ème} rang sur 19 comme menace pour le lynx (Figure 1) alors que pour l'ours par exemple, il apparaît au 2nd rang. De plus, cette menace n'est relevée par les experts que pour les populations balkaniques, baltiques, bavaro-bohémiennes, carpatiques et dinariques.

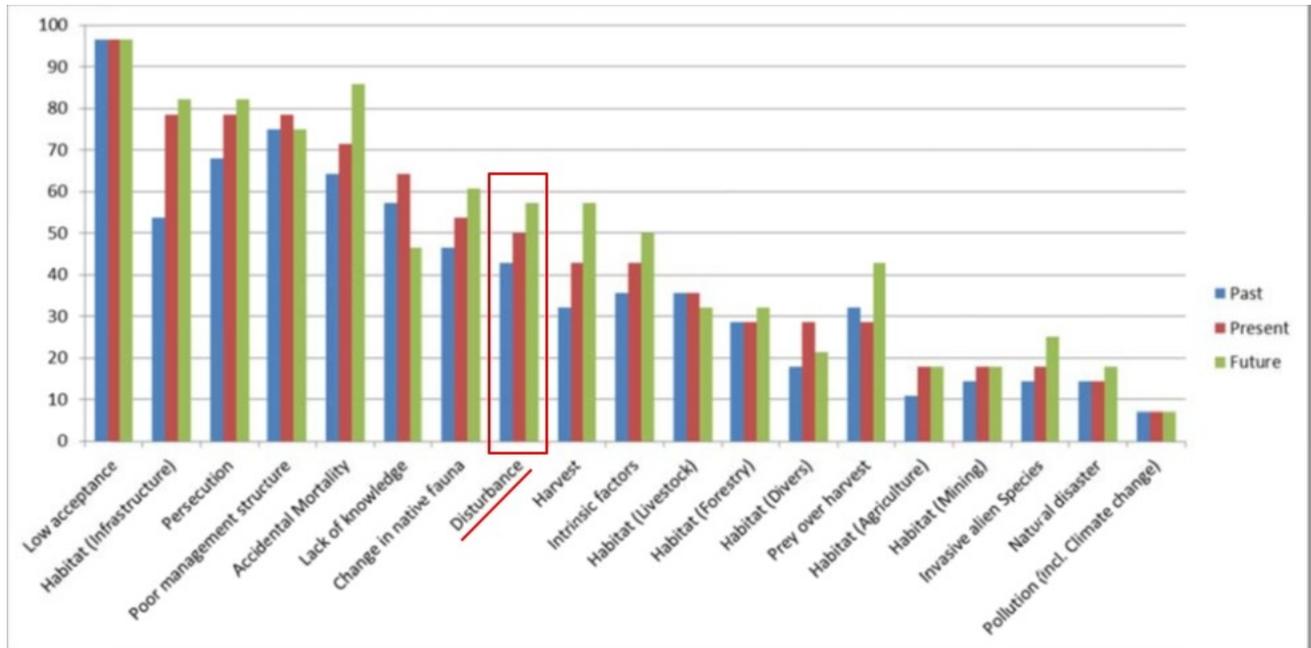


Fig. 1. Evaluation de l'importance relative des menaces identifiées à dire d'experts pour les populations européennes de lynx (tiré de Kaczensky et al., 2013).

Belotti *et al.* (2012) se sont intéressés à la disposition des sites où les lynx tuent et consomment leur proie par rapport aux routes et aux chemins touristiques en Forêt de Bohême (République Tchèque). Ils ont également examiné si ces infrastructures et la structure de l'habitat influençaient la distance entre ces sites de prédation et les sites de repos. Les résultats montrent que les sites de prédation ne sont pas plus éloignés des routes et chemins, au contraire les proies tendaient à être consommées relativement proche de ces chemins. Les auteurs interprètent cette observation par l'utilisation des chemins par les prédateurs pour des déplacements plus rapides et moins coûteux en énergie, et par le fait que la prédation s'effectue généralement de nuit, alors que la présence humaine est moindre voire inexistante. En revanche, la localisation des sites de repos était corrélée à la présence d'habitat favorable à la dissimulation et éloigné des chemins touristiques. Des distances plus importantes entre la proie et les sites de repos peuvent entraîner une augmentation des mouvements quotidiens et donc des coûts associés, modifier le temps passer à se nourrir, mais aussi offrir plus d'opportunités aux charognards pour exploiter la proie du lynx.

Puis grâce aux données supplémentaires et plus détaillées, Belotti *et al.* (2018) ont pu examiner les effets des activités récréatives sur la sélection des sites de repos et les activités alimentaires des lynx dans l'Ecosystème de la Forêt de Bohême (Allemagne-République Tchèque). Les auteurs rappellent que les grands carnivores sont généralement vus comme capable de tolérer la présence humaine grâce à leur capacité à éviter les contacts et à moduler leur exposition aux perturbations anthropiques à une échelle spatio-temporelle fine

en recherchant des zones et des plages horaires moins fréquentées pour des comportements aussi fondamentaux que la mise-bas, le repos ou la consommation d'une proie (Sunde *et al.*, 1998; Bouyer *et al.*, 2015; Filla *et al.*, 2017). Cette tolérance dépend néanmoins de la disponibilité de ces sites et une pression accrue d'activités potentiellement dérangeantes pourrait réduire cette marge de manœuvre. Dans cette étude, l'intensité et la régularité des activités humaines ont été estimées « à dire d'experts » (écogardes, naturalistes, forestiers, chasseurs, référents locaux, Rösner *et al.*, 2014). Les effets mis en évidence dans cette étude montrent que les lynx privilégient plutôt des habitats offrant un bon couvert protecteur, une faible accessibilité pour l'humain. Les lynx passent moins d'heures à exploiter la proie dans les zones de forte activité. Ils passent aussi moins de nuits à revenir sur la proie dans ces zones mais cette observation ne se vérifie qu'en hiver. Les auteurs concluent que ce sont plutôt les conditions environnementales et la répartition des proies qui sont prépondérantes dans le comportement et l'utilisation de l'habitat des lynx et que bien qu'ils observent des effets liés aux activités humaines, ils n'en mesurent pas les impacts sur la *fitness* des individus. Ils proposent que la réduction du temps passé auprès d'une proie, au cas où elle serait effectivement associée à une diminution de la prise alimentaire, n'aurait que peu d'influence dans des secteurs où les proies restent abondantes. En revanche, un effet indirect pourrait être une augmentation du taux de prédation, avec des lynx devant chasser plus souvent, exacerbant potentiellement les perceptions négative auprès des chasseurs. Les auteurs recommandent que les efforts se concentrent sur le maintien de la disponibilité des sites favorables au repos pour l'espèce. Les perturbations doivent être limités sur ces sites identifiés, mais également autour des sites de prédation, en éduquant les différents publics à ne pas perturber ces sites, ni manipuler ou retirer les proies. Si l'on s'intéresse à la période particulièrement sensible de la mise bas et de l'élevage des jeunes, un suivi des tanières d'une trentaine de femelles en Suisse sur 20 ans (Boutros *et al.*, 2007) montre une grande diversité des sites de mise bas et d'élevage des jeunes. Les femelles choisissent des sites peu faciles d'accès, avec des caches possibles aux alentours et changent régulièrement l'emplacement des jeunes. Il n'y existe aucune indication suggérant que la disponibilité ces sites soit un facteur limitant, ni même que des variations dans la qualité des sites aient affecté négativement la survie des jeunes. Et dans un contexte où les proies sont en abondance suffisante, la présence humaine ne semble pas influencer négativement le succès reproducteur des femelles (Scandinavie, López-Bao *et al.*, 2019).

A la différence des pays d'Europe de l'Ouest, les lynx sont chassables en Norvège (février-mars), Finlande (décembre-février), Estonie (décembre-février), et Lituanie (décembre-mars) avec des quotas définis (très variables suivant les pays, 10-20% de la population soit entre 30 et 500 individus prélevés annuellement dans ces pays, Bischof *et al.*, 2012; Holmala *et al.*, 2019). Les forêts où se trouvent les lynx sont aussi exploitées commercialement, utilisées par les chasseurs d'août à avril, et par d'autres activités récréatives. On peut faire l'hypothèse que les lynx y adoptent un comportement général de « prudence » au regard de la diversité des activités, de leur nature diffuse dans le temps et l'espace et du risque réel de s'exposer à la chasse. Plusieurs auteurs montrent toutefois que les lynx opèrent un compromis entre risques et bénéfices par des stratégies spatio-temporelles : en privilégiant à l'échelle de leur domaine vital l'accès aux proies (plus abondantes dans des milieux modifiés) et en évitant les contacts directs avec les humains à une échelle plus petite, en orientant la forme de leur domaine vital, en profitant de la baisse de l'activité humaine la nuit pour exploiter des sites profitables mais théoriquement plus risqués, et pour les femelles en ajustant leur comportement en fonction de l'équilibre risques-bénéfices à mesure que les jeunes se développent (Bunnefeld *et al.*, 2006; Bouyer *et al.*, 2015; Filla *et al.*, 2017. A l'échelle encore plus fine, Sunde *et al.* (1998), toujours en Norvège, ont procédé à la seule expérience de perturbation intentionnelle sur des lynx au repos.

Ils ont mesuré une distance de fuite moyenne de 50 m (max. 250 m) en forte corrélation avec la visibilité au sein du milieu. Les lynx se sont éloignés à environ 300 m (50 m-2500 m) et sont retournés au repos en moyenne après 40 min. Aucun changement de comportement les jours suivants le dérangement n'a été détecté, et la réponse était la même pour des lynx seuls ou des femelles suitées. Même pour des populations qui subissent une pression de chasse, la combinaison entre des sites « refuges » et des sites où l'abondance des proies est forte semble être une des clés de la résilience des lynx dans les milieux anthropisés.

Sur le sujet du dérangement par la chasse, au-delà des risques de tirs accidentels, les inquiétudes portent sur le déplacement des individus, voire la séparation des portées par les chiens lors des actions de chasse. Les chiens sont probablement un des éléments perturbateurs associés à l'espèce humaine ayant le plus fort effet sur la faune sauvage (voir entre autres Langbein & Putman, 1992; Miller *et al.*, 2001, 2014; Lenth *et al.*, 2008; Reed & Merenlender, 2011; Weston & Stankowich, 2014). Dans le cas particulier du lynx, les chiens mis en cause sont les chiens courants, particulièrement durant les battues, qui pourraient surprendre les lynx sur leur proie, les femelles avec des jeunes vulnérables notamment, et entraîner une poursuite, l'abandon de la proie, la séparation de la portée, des blessures s'il y a confrontation, voire la mort directe des jeunes. Peu de cas sont formellement rapportés, une revue des témoignages dans les Bulletins Lynx du Réseau font état d'au moins un jeune tué en 2004 lors d'une battue au sanglier mi-septembre (Bulletin Lynx n°10, 2004) et de la poursuite d'un lynx par des chiens pendant 2h (Bulletin Lynx n°16, 2010). Balestra & Issanchou (Bulletin Lynx n°20, 2016) rapportent plusieurs cas de portées chassées par une meute de chiens en 2015, deux fiches ont transmises au réseau concernant des observations de jeunes lynx chassés qui sont montés dans un arbre pour échapper aux chiens, et les auteurs s'interrogent sur les relations entre ces dérangements et les variations dans l'apparition de jeune lynx en détresse sur certains secteurs, suivant les années. Comme pour tout autre animal, des poursuites par les chiens peuvent aussi forcer les lynx à prendre des risques en traversant des axes routiers, en les déplaçant sur des territoires voisins occupés par des congénères ou en les égarant dans des zones suboptimales.

Le temps nécessaire au lynx pour consommer complètement une proie (3 à 7 jours pour les plus grosses proies) le rend vulnérable à l'exploitation de ses proies par des charognards ou d'autres prédateurs mais aussi aux perturbations de la carcasse par les humains. Les proies domestiques sont d'ailleurs délaissées plus tôt que les proies sauvages, vraisemblablement à cause des risques liés à la proximité de la présence humaine, des dérangements potentiels ou de la manipulation de la carcasse (Stahl *et al.*, 2001; Odden *et al.*, 2002). Krofel *et al.* (2008) ont documentés également des pratiques d'enlèvement de proies en Norvège et en Slovénie. Ces pratiques n'ont pas de but alimentaire pour la majorité, les carcasses de proies de lynx sont utilisées comme appât pour la chasse au renard, sur des sites de nourrissage d'ours, comme nourriture pour les chiens, enterrées pour des raisons « sanitaires ». Quelques témoignages font aussi état d'une volonté de « punir » le lynx en lui enlevant sa proie. Les auteurs notent que même des perturbations mineures peuvent parfois conduire les lynx à ne pas exploiter les carcasses complètement. Peu de cas sont documentés dans d'autres pays, mais les investigations informelles des auteurs auprès des collègues européens révèlent des pratiques similaires en Croatie, Slovaquie, et Pologne. En Italie, le retrait de certaines proies est lié au diagnostic demandé par les services des forêts et en Suisse, les proies sont souvent enlevées quand elles sont trop visibles du public ou proches des habitations (F. Zimmermann, comm. pers. dans Charbonnel & Germain, 2019). Bien que ces pratiques ne soient pas prévalentes au point d'affamer les lynx, elles pourraient les obliger à augmenter la fréquence des prédatons, exacerbant potentiellement les perceptions négatives et tensions avec les chasseurs et les éleveurs.

En France, de nombreuses proies trouvées font l'objet d'une surveillance par un piège photo, pour confirmer l'espèce prédatrice et pour éventuellement identifier le lynx dans le cadre des suivis du Réseau Loup-Lynx. Les utilisateurs sont généralement bien sensibilisés à réduire au minimum la manipulation de la proie, et de nombreuses photos témoignent que les lynx reviennent dans la plupart des cas, mais aucune étude n'a jamais été faite sur cette question, ni sur le taux d'exploitation des proies suivant différentes modalités de perturbation.



Un lynx attend à quelques mètres pendant qu'un technicien de la Fédération des chasseurs de l'Ain installe un piège photo. Le lynx reviendra finir la proie dans les 3 jours suivant. © FDC01, 2014.

Concernant les effets possibles des perturbations liées à de l'exploitation forestière (ou tout autres travaux intervenant dans les zones de présence du lynx), la seule information provient des populations de lynx en Suisse suivis par télémétrie (GPS, VHF) dans des contextes humains et paysagers similaires à la France. Quelques anecdotes de dérangement ont été constatés lors de travaux forestiers, et ont conduit les individus à s'éloigner temporairement, ou à déplacer des portées sur de courtes distance (F. Zimmermann, comm. pers.) sans que des conséquences plus importantes aient pue être mesurées.

Hypothèses de travail

A la lecture de la littérature, les effets, et surtout les impacts, sont loin d'être tranchés, comme c'est d'ailleurs le cas pour de nombreuses autres espèces et contextes. Les interrogations quant à l'importance des dérangements sont souvent basées sur des espèces plus sensibles, avec des contraintes physiologiques, écologiques ou biologiques plus forte comme les oiseaux, ou les ours pour les Carnivores. La thématique du dérangement n'a pas été étudié de façon systématique ou détaillée en France pour l'espèce, et en absence de suivis télémétriques fins, les interactions directes entre activités humaines et réponses des lynx restent

difficiles à quantifier au-delà des anecdotes rapportées. En l'état, il n'est pas possible objectivement d'en évaluer l'enjeu pour la conservation à l'échelle de la population. Le fait que le lynx ait pu progresser témoigne que, peut-être, les éventuels impacts individuels sont compensés par d'autres mécanismes. Mais alors que l'espèce gagne de nouveaux territoires (et donc s'expose à de nouveaux contextes) et que les pressions anthropiques évoluent (hausse des pratiquants d'activités de plein-air, développement du tourisme de nature) on peut travailler sur l'hypothèse de l'existence d'impacts qui constituerait un frein supplémentaire pour atteindre et assurer un bon état de conservation du lynx sur le territoire national.

La DREAL s'interroge donc sur les moyens pertinents pour aborder la question

1. des études plus poussées sur le sujet, construites sur des données solides sont-elles nécessaires ? l'investissement dans ces études se justifie-t-il ?
2. ou considérer sur la base des études existantes que les dérangements constatés sont un réel enjeu de conservation et qu'il convient de les atténuer ou en supprimer les causes, en partant de l'hypothèse que ces actions ne peuvent qu'être bénéfiques pour l'espèce en elle-même ou en tant qu'espèce étendard pour le reste de la faune des zones concernées ?

Dans les actions du PRA Massif des Vosges (Charbonnel & Germain, 2019), il est proposé une réflexion concernant « *le dérangement potentiel du Lynx par l'activité de chasse (pendant les périodes du rut et d'élevage des jeunes)* » et dans le cadre des actions de sensibilisation à l'espèce « *pour le grand public et les utilisateurs de la nature* » de les « *sensibiliser aux risques de dérangement occasionnés par leurs pratiques (chasse, photographie, géocaching, sports de plein air, VTT, randonnée, ski, etc.)* » et aux « *bonnes pratiques et conduite à adopter par rapport au Lynx et son habitat* ».

Dans les propositions du plan de la SFEPM/WWF (Drouilly, 2019), sont mentionnées la mise en place de « *havres de paix* » (dans le cadre des dérangements liés aux travaux forestiers), la sensibilisation « *des différents utilisateurs (photographes animaliers, sportifs, touristes, promeneurs, scientifiques, guides de montagne, etc.) des massifs de présence du Lynx aux perturbations que leur pratique peut occasionner* », « *des organisateurs d'événements sportifs/de plein air (organisateur de courses à pied, de course d'orientation, de stages de survie, etc.) à la présence du Lynx et à l'impact des perturbations anthropiques sur l'espèce* », la création d'un « *guide des bonnes pratiques et conduites à adopter* », et une réflexion sur « *la possibilité de circonscrire ou décaler une activité (ex : course enduro VTT, battue, trail) ou de mettre en place un arrêté temporaire de protection sur une zone sensible ou pendant une période donnée* ». Dans leur action sur la prise en compte du lynx dans l'activité de chasse, le plan propose aussi de « *communiquer sur la présence du Lynx (et de jeunes) avec les chasseurs et notamment les responsables de battues, pour limiter le dérangement* », de « *mettre en place un groupe de réflexion visant à limiter les dérangements du Lynx par les activités de chasse pendant la période du rut et de l'élevage des jeunes (février-juillet)* », et enfin d'étudier les différents effets des modes de chasse sur le dérangement : abandon des proies, dérangement direct des animaux, notamment les femelles suitées, et tout effet collatéral entraînant un accroissement de la mortalité.

Que ce soit pour effectivement réaliser ces études, ou pour conduire ces mesures de sensibilisation ou de diminution des risques de dérangement, il convient de cadrer les zones et les périodes sensibles, les activités concernées, et les effets attendus.

période(s) sensible(s) pour le lynx

La période probablement la plus sensible au dérangement est celle suivant la mise-bas, durant laquelle les jeunes sont vulnérables et dépendants, et la femelle limitée à un domaine vital restreint. Quelques études détaillent cette période et le comportement post-natal des lynx en Norvège (Van Dalum, 2013), en Pologne (Schmidt, 1998) et en Suisse (Boutros, 2002; Boutros *et al.*, 2007). Les naissances arrivent en majorité entre la fin du mois de mai et le début du mois de juin. Après la mise-bas, les femelles passent la plupart de leur temps avec les chatons au gîte maternel, et y font des allers-retours répétés. Ce comportement correspond aux excursions de chasse pour la mère, et le temps nécessaire à l'allaitement des jeunes, leur défense et leur thermorégulation. Après deux semaines, les chatons ouvrent les yeux et commencent à développer une meilleure thermorégulation. Le domaine vital se réduit à 10 km²-40 km² dans le mois suivant la naissance. Les femelles ne déplacent pas les chatons sur de longues distances durant les premières semaines après la naissance. Cette période stationnaire dure en moyenne 40 jours (21-75 j) durant laquelle les femelles peuvent utiliser entre 1 et 5 gîtes espacés de 500-600m pour des périodes allant de 2 à 3 semaines en moyenne. A un mois, la femelle peut sortir les chatons du gîte natal, et avec le développement de leurs capacités motrices, ils commencent à explorer les alentours. Les femelles s'éloignent progressivement plus souvent du gîte natal et à 40 jours après la naissance, les femelles sont absentes (à plus de 500m) du gîte entre 40 % et 60 % du temps, majoritairement durant la nuit. Ces excursions emmènent les femelles à des distances entre 2 km et 4 km du gîte en moyenne (max. 14 km) durant cette phase, et les distance augment à mesure que les jeunes grandissent. Les femelles passent ensuite à une phase mobile, durant laquelle elles se déplacent avec les jeunes plus régulièrement et occupent des sites éloignés de 3 à 6 km, pour des périodes d'une dizaine de jours en moyenne sans réel gîte fixe. A l'âge d'environ 9 semaines, la nourriture carnée devient une part importante du régime des jeunes, et la femelle peut les amener auprès d'une proie. En Suisse, les jeunes commencent à se déplacer avec leur mère dans la dernière semaine d'août (Haller & Breitenmoser, 1986). Plusieurs études constatent que les visites au gîte maternel par les chercheurs pouvaient parfois déclencher ce passage à la phase mobile (Arnemo *et al.*, 1999; Van Dalum, 2013). Les activités humaines proches du gîte peuvent donc être un déclencheur important de changement de gîte. Néanmoins d'autres facteurs peuvent intervenir dans ces changements, et des déplacements vers de nouveaux gîtes ont été observés en absence de dérangement par les chercheurs en Suisse (Boutros, 2002), Pologne (Schmidt, 1998) et Slovénie (Reinhardt & Halle, 1999; Krofel *et al.*, 2013). Les autres facteurs importants évoqués pour ces changements et l'augmentation des déplacements sont la baisse du succès de prédation de la femelle sur la zone réduite exploitée après la naissance des jeunes (Krofel *et al.*, 2013) et la nécessité de maintenir les limites de leur territoire (Erofeeva & Naidenko, 2012).

Ces paramètres peuvent servir de base au développement de « périmètres de sécurité » temporaires, évoluant dans le temps et l'espace, définis en fonction de la connaissance de la présence d'une portée. Une telle connaissance est cependant difficile à obtenir avec un degré de précision suffisant sans un investissement conséquent en termes de surveillance (en absence de suivis GPS, piégeage photo intense, prospection) sous peine de mettre en défens une zone si grande qu'on se heurte vite à l'acceptation sociale d'une telle mesure.

zones à enjeu

Plusieurs études mettent en évidence l'importance de ces caractéristiques fines (hétérogénéité dans la visibilité, complexité forestière) et du micro-habitat (formations rocheuses, souches, chablis, arbres déracinés) dans la capacité des lynx à vivre à proximité des activités humaines et dans des paysages modifiés, en leur offrant des sites propices à la prédation, au repos, à la mise-bas (Zimmermann & Breitenmoser, 2007; Basille, 2008; Podgórski *et al.*, 2008; Belotti *et al.*, 2013; Bouyer *et al.*, 2015; Filla *et al.*, 2017; Signer *et al.*, 2019). Dans la synthèse des connaissances de Charbonnel & Germain (2019), les caractéristiques des différents sites sont bien détaillées. Les sous-bois denses avec une forte hétérogénéité forestière (présence de caches, troncs et branches tombés, arbres déracinés, souches, buissons et bosquets denses) permettent à l'espèce d'avoir un bon équilibre entre zones de quiétude et une disponibilité en proies. Les sites de repos se trouvent dans des secteurs de faible visibilité assure une certaine tranquillité à l'espèce. Une topographie complexe, telles que des formations rocheuses ou des zones escarpées, procurent des sites de mise-bas et des sites de repos diurnes. Ces habitats sont aussi favorables à la chasse à l'affut, des approches silencieuses, et offrent des nombreuses caches en cas de dérangement. Les recherches montrent aussi que les zones où les proies sont consommées et recouvertes sont plus denses et fermées que là où les proies sont tuées.

Une connaissance de terrain et / ou une modélisation de ces sites favorables permettant d'obtenir une cartographie fine de ces habitats et ces sites favorables pourraient aider à la décision de zones à prioriser en termes de quiétude ou de surveillance particulière. A moins d'une connaissance factuelle, précise, avérée de l'existence d'une telle zone (par exemple gîte maternelle) ce travail sera une cartographie des risques potentiels, de modélisation. Une telle approche ne pourra bien-sûr prétendre qu'à minimiser ces risques, sans garantir une efficacité totale.

perturbation potentielles et impacts supposés des activités en zone de présence du lynx

Le tableau suivant, non exhaustif, tente de synthétiser les sources de perturbation à surveiller et à prendre en compte dans les études et / ou dans les mesures de réduction des impacts du dérangement.

Sources de perturbation	poursuite / attaque par des chiens	approche volontaire et / ou prolongée (par ex. affut sur proie, recherche de contact proche)	approche accidentelle	travaux
<i>activités concernées</i>	<i>battues, chasse aux chiens courants, promenade avec un chien non contrôlé, chiens divagants</i>	<i>tourisme de vision, photographie, activités naturalistes, activités de plein-air hors sentiers, recherche scientifique</i>	<i>activités de plein-air (chasse, randonnée, course, trail, VTT, balade, équitation, ski de fond, etc.), loisirs motorisés</i>	<i>aménagement, travaux forestiers</i>
Impacts potentiels				
• destruction ou atteinte à l'animal	X	X		
• séparation de la portée : mort ou élévation du risque de mortalité pour les jeunes	X			?
• abandon de proie : pertes énergétiques, augmentation du taux de prédation (donc hausse potentiel des conflits)	X	X		X
• déplacement des individus entraînant potentiellement une sortie hors du territoire ou domaine vital (confrontation avec les congénères, habitat non-familier)	X	X	X	X
• traversée d'infrastructures dangereuses : hausse des risques de collisions	X	X	X	X
• déplacement vers des secteurs moins favorables (pertes énergétiques, hausse des risques)	X	X	X	X
• altération des rythmes d'activités et des budgets temps résultant en des pertes énergétiques (modification de l'efficacité de l'exploitation des ressources), une réduction des phases de repos, et une hausse des hormones de stress	X	X	X	X

La saison de chasse en France est au plus haut entre septembre et fin février (ouverture générale), mais en ce qui concerne la chasse au sanglier, qui concentre la majorité des battues, elle peut se pratiquer entre le 1^{er} juin et le 31 mars de l'année suivante, mais par le jeu de nombreuses dérogation possible elle peut quasiment intervenir toute l'année. Les périodes de chasse coïncident donc avec les périodes les plus sensibles pour les lynx de la mise-bas et l'élevage (fin mai à fin août), puis jusqu'en décembre-janvier où les jeunes lynx sont encore dépendants de leur mère. C'est probablement l'interaction où les enjeux du dérangement sont les plus importants puisqu'on parle d'un impact direct sur la survie des individus. Si des actions de sensibilisation ou de prévention doivent être menées, cette problématique apparaît comme la priorité.

Avec le développement de certaines activités nocturnes (ski de fond, trail) on peut craindre un effet amplifié de ces perturbations car elles interviennent en pendant la période de la journée où les lynx sont les plus actifs (chasse notamment) et sont en théorie moins exposés aux humains. L'impact de ces changements de pratiques est a considéré dans les zones de présence du lynx.

Une vigilance devrait aussi être accordée si le lynx devenait l'objet d'un tourisme de vision ou d'une attention trop importante, le revers de sa notoriété pourrait augmenter les risques de dérangement. De même, l'identification de zones sensibles (mise-bas, sites de repos), de la présence de portées, etc. doivent être diffusées avec prudence, et la communication autour de ces points sensibles maîtrisée afin de prévenir tout actes de perturbation intentionnelle ou de persécution.

Propositions pour un cahier des charges d'une étude sur le dérangement

Dans une revue de 126 articles étudiant les impacts des activités de plein-air sur la faune terrestre, oiseaux exclus, Marion *et al.*, 2020 ont examiné les différentes approches adoptées par les chercheurs. La majorité des articles concernent les Ongulés, suivi des Carnivores et des Rongeurs. L'observation directe (distance de fuite, vigilance, position) est la méthode la plus utilisée, suivie par la télémétrie et le piégeage photographique, la télémétrie étant préférée pour les espèces de plus grande taille. Les auteurs font les recommandations suivantes pour l'élaboration d'un protocole de recherche :

- les décisions méthodologiques doivent être prises au regard de l'objectif de l'étude, et plus précisément, sur l'hypothèse faite sur la réponse attendue à la perturbation en choisissant la métrique en conséquence (comportementale, physiologique, utilisation de l'espace...),
- il est aussi recommandé de bien mesurer la composante « perturbation » de l'étude, son intensité et / ou sa régularité, et de mesurer simultanément les activités humaines et les réponses de la faune. Par exemple, Olson *et al.*, 2018 ont équipés les pratiquants des activités de plein-air d'enregistreurs GPS, alors que des lynx du Canada étaient également suivis par GPS. Les réseaux sociaux et les applications de traçage des activités sportives peuvent même être utilisés comme proxy pour estimer les utilisations de l'espace par les humains (Rice, 2019; Toivonen *et al.*, 2019)
- un site contrôle dans lequel ces perturbations n'interviennent pas est également nécessaire,
- il est nécessaire d'être capable de mesurer à la fois l'impact à court et à long terme pour l'espèce. L'impact du dérangement sur une espèce devient un enjeu de conservation quand il conduit à une baisse du succès reproducteur, de la survie, et devient un frein au bon développement d'une population, voire entraine son déclin. C'est pourquoi il peut être nécessaire de combiner plusieurs méthodes, notamment des simulations alimentées par des études de terrains (télémétrie, piégeage photo) pour comprendre le mécanisme par lesquels le dérangement impact les populations sur le long-terme et même prédire des interactions potentiellement négatives sur d'autres secteurs (Enggist-Düblin & Ingold, 2003; Goldstein *et al.*, 2010; Musiani *et al.*, 2010; Olson *et al.*, 2017; Marion *et al.*, 2020).

Ces recommandations pourraient se décliner dans le cas du lynx dans les pistes suivantes :

- mesurer la nature (type d'activité) et l'importance la présence humaine sur les zones de présence du lynx, stratifier les échantillonnages pour avoir un gradient d'intensité et de régularité de la présence humaine. Les activités recherchées devront comprendre : toutes les activités récréatives de pleine

nature, les activités d'observation (naturalistes, photographe), la pratique de la chasse, en particulier les battues et les chasses au chien courant, et les activités professionnelles (travaux et exploitation forestière).

- en parallèle, toutes les données relatives à des différentiels des paramètres démographiques (turnover des individus, présence de lynx en détresse) ou d'utilisation de l'habitat pourraient être examinées au regard des données précédentes sur les activités humaines. Idéalement, les données issues d'un suivi GPS sont les plus aptes à fournir ce genre de détails (Suraci *et al.*, 2020). Toutes données télémétriques disponibles des déplacements de lynx devraient être croisées avec les informations sur les activités humaines simultanées. Des approches non-invasives ont aussi été testées avec des surveillances intensives au moyen de pièges photo, et des analyses temporelles plus fines entre la détection des activités humaines et la détection des espèces étudiées (Kays *et al.*, 2017; Frey *et al.*, 2017; Naidoo & Burton, 2020),
- pour la problématique de la séparation des portées, une première analyse pourrait croiser toutes les données de : 1) découverte ou signalement de jeunes lynx isolés, 2) les données de présence de femelle suitées sur la zone (avant et après le dérangement supposé), 3) les données liées aux activités de chasse sur la zone (battues, données GPS des chiens, questionnaire auprès de chasseurs, etc.), 4) les données relatives aux autres sources de dérangement sur la zone (travaux forestiers, activités récréatives, etc.)
- une compilation des données relatives aux zones à enjeu pourra être entamée pour recenser les éventuels sites de repos, de mise-bas connus, les habitats combinant les caractéristiques favorables à ces activités, sur la base de cartes fine d'habitats (végétation, pente, relief, micro-habitat rocheux, etc.) des prédictions pourront ainsi être soumises pour des secteurs à surveiller ou à protéger en particulier,
- une étude à dire d'expert, et aussi auprès des personnes familières du secteur (personnels des aires protégées, techniciens de l'environnement, naturalistes, chasseurs, photographes, pratiquants d'activités de plein-air) au moyen d'un questionnaire pourrait permettre de compiler : les anecdotes sur les cas de dérangement, les estimations des zones à enjeux en termes d'interactions potentielles, les zones refuges à privilégier dans les campagnes de sensibilisation et les mesures de protection
- un bilan auprès des experts et personnes impliquées dans les réseaux européens tels qu'Eurolynx ou SCALP. Un questionnaire sur les expériences, les données, et les avis des spécialistes du lynx dans d'autres pays pourraient servir à nourrir les réflexions et les actions éventuelles sur la thématique du dérangement. Des démarches similaires sont régulières dans le réseau Eurolynx, des questions ont par exemple déjà été posés à la communauté sur des cas de franchissement d'infrastructures, des observations de comportements alimentaires inhabituels. Une synthèse sur les cas de lynx « orphelins » est d'ailleurs en cours rassemblant les données et les expériences des pays de l'aire de présence du lynx (A. Molinari / KORA, *en prép.*).

Références

- Arnemo J.M., Linnell J.D.C., Wedul S.J., Ranheim B., Odden J. & Andersen R. 1999. Use of intraperitoneal radio-transmitters in lynx *Lynx lynx* kittens: anaesthesia, surgery and behaviour. *Wildlife Biology* 5 (1): 245–250. <https://doi.org/10.2981/wlb.1999.023>
- Athreya V., Odden M., Linnell J.D.C., Krishnaswamy J. & Karanth U. 2013. Big Cats in Our Backyards: Persistence of Large Carnivores in a Human Dominated Landscape in India. *PLoS ONE* 8 (3): e57872. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057872>
- Balestra L. & Issanchou S. 2016. Point de situation 2015-2016 sur les indices de reproduction du lynx dans le département du Jura. *Bulletin lynx du Réseau* 20: 5–8
- Basille M. 2008. Habitat selection by lynx (*Lynx lynx*) in a human-dominated landscape - From theory to application *Université Claude Bernard - Lyon I*. 1–266 p.
- Basille M., Herfindal I., Santin-Janin H., Linnell J.D.C., Odden J., Andersen R., Arild Høgda K. & Gaillard J.-M. 2009. What shapes Eurasian lynx distribution in human dominated landscapes: selecting prey or avoiding people? *Ecography* 32 (4): 683–691. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05712.x>
- Belotti E., Heurich M., Kreisinger J., Sustr P. & Bufka L. 2012. Influence of tourism and traffic on the Eurasian lynx hunting activity and daily movements. *Animal Biodiversity and Conservation* 35 (2): 235–246
- Belotti E., Červený J., Šustr P., Kreisinger J., Gaibani G. & Bufka L. 2013. Foraging sites of Eurasian lynx *Lynx lynx* : relative importance of microhabitat and prey occurrence. *Wildlife Biology* 19 (2): 188–201. <https://doi.org/10.2981/12-077>
- Belotti E., Mayer K., Kreisinger J., Heurich M. & Bufka L. 2018. Recreational activities affect resting site selection and foraging time of Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Hystrix, Italian Journal of Mammalogy* 29 (2): 181–189. <https://doi.org/10.4404/hystrix-00053-2018>
- Bischof R., Nilsen E.B., Brøseth H., Männil P., Ozoliņš J. & Linnell J.D.C. 2012. Implementation uncertainty when using recreational hunting to manage carnivores. *Journal of Applied Ecology* 49 (4): 824–832. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02167.x>
- Blanc R., Guillemain M., Mouronval J.B., Desmonts D. & Fritz H. 2006. Effects of non-consumptive leisure disturbance to wildlife. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)* 61 (2): 117–133
- Boutros D. 2002. Characterisation and Assessment of Suitability of Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) Den Sites. *KORA Bericht* 12: 1–31
- Boutros D., Breitenmoser-Würsten C., Zimmermann F., Ryser A., Molinari-Jobin A., Capt S., Güntert M. & Breitenmoser U. 2007. Characterisation of Eurasian lynx *Lynx lynx* den sites and kitten survival. *Wildlife Biology* 13 (4): 417–429. [https://doi.org/https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2007\)13\[417:COELL\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.2981/0909-6396(2007)13[417:COELL]2.0.CO;2)
- Bouyer Y., Gervasi V., Poncin P., Beudels-Jamar R.C., Odden J. & Linnell J.D.C. 2015. Tolerance to anthropogenic disturbance by a large carnivore: the case of Eurasian lynx in south-eastern Norway. *Animal Conservation* 18 (3): 271–278. <https://doi.org/10.1111/acv.12168>
- Bouyer Y., San Martin G., Poncin P., Beudels-Jamar R.C., Odden J. & Linnell J.D.C. 2015. Eurasian lynx habitat selection in human-modified landscape in Norway: Effects of different human habitat modifications and behavioral states. *Biological Conservation* 191: 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.007>
- Bunnefeld N., Linnell J.D.C., Odden J., Van Duijn M.A.J. & Andersen R. 2006. Risk taking by Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in a human-dominated landscape: effects of sex and reproductive status. *Journal of Zoology* 270 (1): 060606025751009-???. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00107.x>
- Carter N.H. & Linnell J.D.C. 2016. Co-Adaptation Is Key to Coexisting with Large Carnivores. *Trends in Ecology and Evolution* 31 (8): 575–578. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.05.006>

- Carter N.H., Shrestha B.K., Karki J.B., Pradhan N.M.B. & Liu J. 2012. Coexistence between wildlife and humans at fine spatial scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (38): 15360–15365. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210490109>
- Charbonnel A. & Germain E. (Coordination) 2019. Plan Régional d'Actions en faveur du Lynx boréal (Lynx lynx) dans le Massif des Vosges : rétablir le Lynx dans un état de conservation favorable dans le cadre d'une démarche participative, concertée et partagée avec les acteurs du territoire. Lucy (57), France, *Centre de Recherche et d'Observation sur les Carnivores (CROC)*. 254 p.
- Dertien J.S., Larson C.L. & Reed S.E. 2021. Recreation effects on wildlife: a review of potential quantitative thresholds. *Nature Conservation* 44: 51–68. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.44.63270>
- Drouilly M. 2019. Plan d'actions pour la conservation du Lynx boréal (Lynx Lynx) en France – Propositions à mettre en œuvre par l'État dans le cadre d'un PNA Paris, Bourges, *Société française pour l'étude et la protection des mammifères / WWF France*. 177 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21735.19369>
- Enggist-Düblin P. & Ingold P. 2003. Modelling the impact of different forms of wildlife harassment, exemplified by a quantitative comparison of the effects of hikers and paragliders on feeding and space use of chamois *Rupicapra rupicapra*. *Wildlife Biology* 9 (1): 37–45. <https://doi.org/10.2981/wlb.2003.006>
- Erofeeva M.N. & Naidenko S. V. 2012. Spatial organization of felid populations and their reproductive strategies. *Biology Bulletin Reviews* 2 (3): 268–278. <https://doi.org/10.1134/S2079086412030024>
- Filla M., Premier J., Magg N., Dupke C., Khorozyan I., Waltert M., Bufka L. & Heurich M. 2017. Habitat selection by Eurasian lynx (*Lynx lynx*) is primarily driven by avoidance of human activity during day and prey availability during night. *Ecology and Evolution* 7 (16): 6367–6381. <https://doi.org/10.1002/ece3.3204>
- Frey S., Fisher J.T., Burton A.C. & Volpe J.P. 2017. Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: challenges and opportunities. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 3 (3): 123–132. <https://doi.org/10.1002/rse2.60>
- Frid A. & Dill L.M. 2002. Human-caused Disturbance Stimuli as a Form of Predation Risk. *Conservation Ecology* 6 (1): art11. <https://doi.org/10.5751/ES-00404-060111>
- Gehr B., Hofer E.J., Muff S., Ryser A., Vimercati E., Vogt K. & Keller L.F. 2017. A landscape of coexistence for a large predator in a human dominated landscape. *Oikos* 126 (10): 1389–1399. <https://doi.org/10.1111/oik.04182>
- Gehrt S.D., Riley S.P.D. & Cypher B.L. 2010. *Urban Carnivores: Ecology, Conflict, and Conservation*, in Gehrt S.D., Riley S.P.D. & Cypher B.L. (eds.). Baltimore, Johns Hopkins University Press. 285 p.
- Gill J.A., Norris K. & Sutherland W.J. 2001. Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance. *Biological Conservation* 97 (2): 265–268. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00002-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00002-1)
- Goldstein M.I., Poe A.J., Suring L.H., Nielson R.M. & McDonald T.L. 2010. Brown Bear Den Habitat and Winter Recreation in South-Central Alaska. *Journal of Wildlife Management* 74 (1): 35–42. <https://doi.org/10.2193/2008-490>
- Haller H. & Breitenmoser U. 1986. Zur Raumorganisation der in den Schweizer Alpen wiederangesiedelten Population des Luchses *Lynx lynx*. *Zeitschrift für Saugertierkunde* 51 (5): 289–311
- Holmala K., Mäntyniemi S. & Heikkinen J. 2019. Ilveskanta Suomessa 2019.(Population de lynx en Finlande). Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2019 32 p.
- Kaczensky P., Chapron G., Von Arx M., Huber D., Andrén H. & Linnell J. 2013. Status , management and distribution of large carnivores – bear , lynx , wolf & wolverine – in Europe. *A Large Carnivore Initiative for Europe Report* (December): 272
- Kays R., Parsons A.W., Baker M.C., Kalies E.L., Forrester T., Costello R., Rota C.T., Millspaugh J.J. & McShea W.J. 2017. Does hunting or hiking affect wildlife communities in protected areas? *Journal of Applied Ecology* 54 (1): 242–252. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12700>

- Krofel M., Kos I., Linnell J., Odden J. & Teurlings I. 2008. Human kleptoparasitism on Eurasian lynx (*Lynx lynx* L.) in Slovenia and Norway. *Varstvo Narave* 21 (August 2015): 93–103
- Krofel M., Skrbinišek T. & Kos I. 2013. Use of GPS location clusters analysis to study predation, feeding, and maternal behavior of the Eurasian lynx. *Ecological Research* 28 (1): 103–116. <https://doi.org/10.1007/s11284-012-1005-x>
- Langbein J. & Putman R. 1992. Behavioural Responses of Park Red and Fallow Deer to Disturbance and Effects on Population Performance. *Animal Welfare* 1 (1): 19–38
- Larson C.L., Reed S.E., Merenlender A.M. & Crooks K.R. 2016. Effects of Recreation on Animals Revealed as Widespread through a Global Systematic Review. *PLOS ONE* 11 (12): e0167259. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167259>
- Le Corre N. 2009. Le dérangement de l' avifaune sur les sites naturels protégés de Bretagne : état des lieux , enjeux et réflexions autour d' un outil d' étude des interactions hommes / oiseaux *Université de Bretagne occidentale, Brest*. 539 p.
- Le Grand L., Thorsen N.H., Fuchs B., Evans A.L., Laske T.G., Arnemo J.M., Sæbø S. & Støen O.-G. 2019. Behavioral and Physiological Responses of Scandinavian Brown Bears (*Ursus arctos*) to Dog Hunts and Human Encounters. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00134>
- Lenth B.E., Knight R.L. & Brennan M.E. 2008. The Effects of Dogs on Wildlife Communities. *Natural Areas Journal* 28 (3): 218–227. [https://doi.org/https://doi.org/10.3375/0885-8608\(2008\)28\[218:TEODOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.3375/0885-8608(2008)28[218:TEODOW]2.0.CO;2)
- Linnell J.D.C., Kaczensky P., Wotschikowsky U., Lescureux N. & Boitani L. 2015. Framing the relationship between people and nature in the context of European conservation. *Conservation Biology* 29 (4): 978–985. <https://doi.org/10.1111/cobi.12534>
- Linnell J.D.C., Andersen R., Kvam T., Andrén H., Liberg O., Odden J. & Moa P.F. 2001. Home range size and choice of management strategy for lynx in Scandinavia. *Environmental Management* 27 (6): 869–879
- López-Bao J.V., Aronsson M., Linnell J.D.C., Odden J., Persson J. & Andrén H. 2019. Eurasian lynx fitness shows little variation across Scandinavian human-dominated landscapes. *Scientific Reports* 9 (1): 8903. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45569-2>
- Lute M.L., Carter N.H., López-Bao J. V. & Linnell J.D.C. 2018. Conservation professionals agree on challenges to coexisting with large carnivores but not on solutions. *Biological Conservation* 218 (September 2017): 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.035>
- Marion S., Davies A., Demšar U., Irvine R.J., Stephens P.A. & Long J. 2020. A systematic review of methods for studying the impacts of outdoor recreation on terrestrial wildlife. *Global Ecology and Conservation* 22: e00917. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00917>
- Mikusinski G. & Angelstam P. 2004. Occurrence of mammals and birds with different ecological characteristics in relation to forest cover in Europe – do macroecological data make sense? . *Ecological Bulletins* 51 (January 2004): 265–275. <https://doi.org/10.2307/20113315>
- Miller K.K., Ritchie E.G. & Weston M.A. 2014. The human dimensions of dog-wildlife interactions, in Gompper M.E. (ed.), *Free-Ranging Dogs and Wildlife Conservation*. Oxford University Press. p. 286–304. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199663217.003.0012>
- Miller S.G., Knight R.L. & Miller C.K. 2001. Wildlife responses to pedestrians and dogs. *Wildlife Society Bulletin* 29 (1): 124–132
- Müller J., Wölfel M., Wölfel S., Müller D.W.H., Hothorn T. & Heurich M. 2014. Protected areas shape the spatial distribution of a European lynx population more than 20 years after reintroduction. *Biological Conservation* 177: 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.007>

- Musiani M., Morshed Anwar S., McDermid G.J., Hebblewhite M. & Marceau D.J. 2010. How humans shape wolf behavior in Banff and Kootenay National Parks, Canada. *Ecological Modelling* 221 (19): 2374–2387. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.06.019>
- Naidoo R. & Burton A.C. 2020. Relative effects of recreational activities on a temperate terrestrial wildlife assemblage. *Conservation Science and Practice* 2 (10). <https://doi.org/10.1111/csp2.271>
- Niedziałkowska M., Jedrzejewski W., Mysłajek R.W., Nowak S., Jedrzejewska B. & Schmidt K. 2006. Environmental correlates of Eurasian lynx occurrence in Poland - Large scale census and GIS mapping. *Biological Conservation* 133 (1): 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.05.022>
- Odden J., Linnell J.D.C., Moa P.F.P.F., Herfindal I., Kvam T. & Andersen R. 2002. Lynx Depredation on Domestic Sheep in Norway. *The Journal of Wildlife Management* 66 (1): 98–105. <https://doi.org/10.2307/3802876>
- Olson L.E., Squires J.R., Roberts E.K., Ivan J.S. & Hebblewhite M. 2018. Sharing the same slope: Behavioral responses of a threatened mesocarnivore to motorized and nonmotorized winter recreation. *Ecology and Evolution* 8 (16): 8555–8572. <https://doi.org/10.1002/ece3.4382>
- Olson L.E., Squires J.R., Roberts E.K., Miller A.D., Ivan J.S. & Hebblewhite M. 2017. Modeling large-scale winter recreation terrain selection with implications for recreation management and wildlife. *Applied Geography* 86: 66–91. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.023>
- Phalan B., Onial M., Balmford A. & Green R.E. 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: Land sharing and land sparing compared. *Science* 333 (6047): 1289–1291. <https://doi.org/10.1126/science.1208742>
- Piñeiro A., Barja I., Silván G. & Illera J.C. 2012. Effects of tourist pressure and reproduction on physiological stress response in wildcats: management implications for species conservation. *Wildlife Research* 39 (6): 532. <https://doi.org/10.1071/WR10218>
- Podgórski T., Schmidt K., Kowalczyk R. & Gulczyńska A. 2008. Microhabitat selection by Eurasian lynx and its implications for species conservation. *Acta Theriologica* 53 (2): 97–110. <https://doi.org/10.1007/BF03194243>
- Reed S.E. & Merenlender A.M. 2011. Effects of Management of Domestic Dogs and Recreation on Carnivores in Protected Areas in Northern California. *Conservation Biology* 25 (3): 504–513. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01641.x>
- Reed S.E. & Merenlender A.M. 2008. Quiet, Nonconsumptive Recreation Reduces Protected Area Effectiveness. *Conservation Letters* 1 (3): 146–154. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263x.2008.00019.x>
- Reinhardt I. & Halle S. 1999. Time of activity of a female free-ranging lynx (*Lynx lynx*) with young kittens in Slovenia. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 64 (2): 65–75
- Rice W.L. 2019. Detailing an Approach for Cost-Effective Visitor-Use Monitoring Using Crowdsourced Activity Data. *The Journal of Park and Recreation Administration* 37 (2): 11. <https://doi.org/10.18666/jpra-2019-8998>
- Rösner S., Mussard-Forster E., Lorenc T. & Müller J. 2014. Recreation shapes a “landscape of fear” for a threatened forest bird species in Central Europe. *Landscape Ecology* 29 (1): 55–66. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9964-z>
- Schadt S., Revilla E., Wiegand T., Knauer F., Kaczensky P., Breitenmoser U., Bufka L.L., Červený J., Koubek P., Huber T., Staniša C., Trepl L., Cerveny J., Koubek P., Huber T., Stanisa C. & Trepl L. 2002. Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology* 39 (2): 189–203. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00700.x>
- Schmidt K. 1998. Maternal behaviour and juvenile dispersal in the Eurasian lynx. *Acta Theriologica* 43 (4): 391–408. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.98-50>
- Signer J., Filla M., Schoneberg S., Kneib T., Bufka L., Belotti E. & Heurich M. 2019. Rocks rock: the importance of rock formations as resting sites of the Eurasian lynx *Lynx lynx*. *Wildlife Biology* 2019 (1). <https://doi.org/10.2981/wlb.00489>

- Stahl P., Vandel J.M.M., Herrenschmidt V. & Migot P. 2001. Predation on livestock by an expanding reintroduced lynx population: long-term trend and spatial variability. *Journal of Applied Ecology* 38 (3): 674–687. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00625.x>
- Sunde P., Stener S.Ø. & Kvam T. 1998. Tolerance to humans of resting lynxes *Lynx lynx* in a hunted population. *Wildlife Biology* 4 (1): 177–183. <https://doi.org/10.2981/wlb.1998.020>
- Suraci J.P., Nickel B.A. & Wilmers C.C. 2020. Fine-scale movement decisions by a large carnivore inform conservation planning in human-dominated landscapes. *Landscape Ecology* 35 (7): 1635–1649. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01052-2>
- Tablado Z. & Jenni L. 2017. Determinants of uncertainty in wildlife responses to human disturbance. *Biological Reviews* 92 (1): 216–233. <https://doi.org/10.1111/brv.12224>
- Tamisier A., Béchet A., Jarry G., Lefeuvre J.C. & Le Maho Y. 2003. Effets du dérangement par la chasse sur les oiseaux d'eau. Revue de littérature. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)* 58 (4): 435–449
- Toivonen T., Heikinheimo V., Fink C., Hausmann A., Hiippala T., Järvi O., Tenkanen H. & Di Minin E. 2019. Social media data for conservation science: A methodological overview. *Biological Conservation* 233: 298–315. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.023>
- Triplet P. & Schricke V. 1998. Les facteurs de dérangement des oiseaux d'eau : synthèse bibliographique des études abondant ce thème en France. *Bulletin mensuel de l'Office national de la chasse* 235: 20–27
- Triplet P., Sournia A., Joyeux E. & Le Dréan-Quéneq'hdu S. 2003. Activités humaines et dérangements: L'exemple des oiseaux d'eau. *Alauda* 71 (3): 305–316
- Van Dalum M.M.J. 2013. Postnatal behaviour in Eurasian lynx females in Norway : space use and activity . *Utrecht University, the Netherlands*. 64 p.
- Weston M.A. & Stankowich T. 2014. Dogs as agents of disturbance, in Gompper M.E. (ed.), *Free-Ranging Dogs and Wildlife Conservation*. Oxford University Press. p. 94–116. <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199663217.003.0004>
- Zimmermann F. 2004. Conservation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in a fragmented landscape - habitat models, dispersal and potential distribution. Lausanne, *Université de Lausanne*. 193 p.
- Zimmermann F. & Breitenmoser U. 2007. Potential distribution and population size of the Eurasian lynx *Lynx lynx* in the Jura Mountains and possible corridors to adjacent ranges. *Wildlife Biology* 13 (4): 406–416. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2007\)13\[406:pdapso\]2.0.co;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2007)13[406:pdapso]2.0.co;2)
- Zimmermann F. & Breitenmoser U. 2002. A distribution model for the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Jura Mountains, Switzerland, in Scott J.M., Heglund P.J., Samson F., Haufler J., Morrison M., Raphael M. & Wal B. (eds.), *Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale*. Island Press, Covelo, CA. p. 653–660.
- Zimmermann F. & Von Arx M. 2021. Eurasischer Luchs, in Graf R. F. & Fischer C. (Hrsg.) (ed.), *Säugetieratlas der Schweiz und Liechtensteins*. Bern, Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie SGW-SSBF, Haupt Verlag. p. 478.