



Continuités écologiques et collisions avec la faune Des données aux solutions

Synthèse de la journée d'échanges techniques organisée le 2 juillet 2019 à Paris par le centre de ressources Trame verte et bleue de l'Agence française pour la biodiversité (AFB).

Les collisions avec la faune sur les infrastructures, qu'elles soient de transport, énergétiques ou bâties, peuvent provoquer des dégâts matériels et humains et engendrer une mortalité accrue de la faune. De nombreux gestionnaires se mobilisent pour préciser les problèmes rencontrés et mettre en œuvre des solutions.

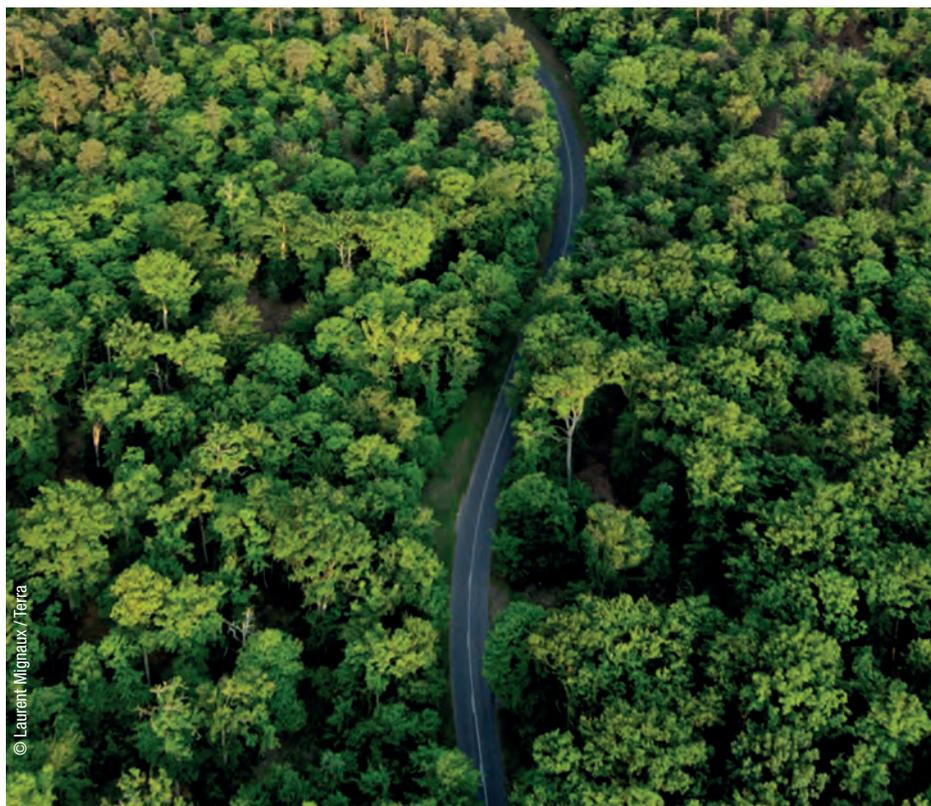
Tôle froissée, accidents parfois graves, cadavres d'animaux au bord des routes ou au pied des bâtiments, trains et avions retardés... Les collisions sont l'une des manifestations les plus perceptibles de la fragmentation des espaces naturels par les infrastructures humaines.

Ces dernières créent en effet des barrières réduisant ou empêchant le déplacement de la faune et peuvent générer une mortalité directe par collision ou par écrasement.

Ce problème concerne les espèces terrestres - amphibiens, petits mammifères, ongulés, etc. - mais aussi les espèces volantes : oiseaux, chiroptères et insectes.

Des connaissances à renforcer

La littérature scientifique, bien que peu abondante sur leur effet vis-à-vis des dynamiques de populations, fait état de cas où les collisions peuvent conduire à l'extinction locale d'une espèce. On peut citer notamment le Pélobate brun (*Pelobates fuctus*) ou l'Effraie des clochers (*Tyto alba*). Éric Guinard (Cerema Sud-Ouest) a rappelé les résultats d'une



© Laurent Mignaux / Terra

Route départementale en forêt de Forêt de Fontainebleau.

étude menée en 2003 : environ 37 000 effraies étaient tuées annuellement sur les 11 000 kilomètres d'autoroutes françaises, soit un quart des poussins éclos !

En théorie, l'impact du réseau routier est plus élevé sur les espèces de grande taille, celles dont le taux de reproduction est bas ou celles dont les capacités de

déplacement sont faibles. Des disparités existent : le nombre d'oiseaux victimes de la route augmenterait avec la densité du trafic, tandis que celui des amphibiens diminuerait, en lien avec l'effet répulsif du bruit de la circulation. La route impacterait aussi davantage les individus les plus forts, car ils se déplacent davantage. Enfin, chez les oiseaux notamment, l'impact peut être plus élevé sur les jeunes, plus mobiles et moins expérimentés. De plus, lorsque l'environnement proche d'une infrastructure attire la faune, comme c'est le cas des bermes routières enherbées, les individus tués sont vite remplacés par de nouveaux individus qui sont tués à leur tour. Cela provoque un « effet puits » qui accélère l'érosion de la population. Ce constat met en avant l'importance de mieux connaître les impacts des différents modes de gestion des dépendances vertes des réseaux routiers.

De nombreux gestionnaires d'infrastructures se mobilisent sur le sujet des collisions par la création de dispositifs facilitant et sécurisant le déplacement des animaux, tels que des passages à faune. Avant de faire ces investissements, et pour garantir leur efficacité, il est indispensable

de bien identifier en amont les points où il est prioritaire d'intervenir. Un travail important est mené par des scientifiques, les services de l'État, des collectivités et des associations pour affiner la connaissance sur les collisions, en particulier sur les infrastructures de transport.

Dans ce contexte, il est essentiel de mettre en place des protocoles de suivi des mortalités de la faune à l'attention des gestionnaires d'infrastructures.

Protocole national

« De tels protocoles de récolte de données sur le terrain sont indispensables pour connaître les espèces les plus impactées, les périodes de l'année et les zones particulièrement accidentogènes du réseau routier. Il s'agit ensuite de savoir si ces « points noirs » se situent sur un corridor écologique, près de réservoirs de biodiversité ou encore près d'obstacles identifiés dans le cadre de la politique Trame verte et bleue. Ces éléments permettent de prioriser les interventions en vue de restaurer les continuités écologiques », a rappelé Lucille Billon (UMS Patrinat).



Relevé de point de collisions sur route départementale.

Le protocole consiste, pour les agents des directions interdépartementales des routes (DIR), à relever les cadavres d'animaux sur la chaussée. Les données sont transmises pour analyse à l'UMS Patrinat. Le Cerema intervient en appui local auprès des DIR, pour former les agents de terrain et effectuer, si nécessaire, des prospections complémentaires.

Dix DIR sur onze y participent désormais, et plusieurs années de recul permettent de faire émerger les premiers résultats : depuis 2010, le nombre cumulé de collisions relevées est de 43 000 (voir figure 1). Il est probable que les amphibiens et les reptiles, bien que peu détectés en raison de leur taille, soient fortement impactés.

L'analyse a permis d'identifier des secteurs particulièrement accidentogènes pour certaines espèces, qui se précisent chaque année à mesure que les données se cumulent. De manière générale, ces résultats confirment les points de conflit identifiés dans les schémas régionaux de cohérence écologiques (SRCE).

Le protocole national peut également être déployé par les Départements qui le souhaitent, comme celui des Pyrénées-Atlantiques. « Il y a quelques années, le Conseil départemental et les acteurs des travaux publics ont signé une convention d'engagement volontaire comportant des actions sur la biodiversité. Un tel projet, lié à la prévention des collisions, tombait à pic ! », a déclaré Céline Delacroix (Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques). Dans ce contexte, l'enjeu de la mobilisation des agents de terrain est primordial. « Les chefs d'unités territoriales redoutaient un surplus de travail pour leurs équipes de terrain, a-t-elle expliqué. Nous avons démarré sur cinq secteurs pilotes, représentant un cinquième

Sylvie Vanpeene, Irstea

Les politiques publiques traitent des collisions avec la faune. Par exemple, les Orientations nationales Trame verte et bleue (ONTVB) demandent de « réduire la mortalité non naturelle, en particulier celle liée aux infrastructures linéaires » et d'identifier les zones aux enjeux les plus importants de rupture de continuités écologiques. Les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE), quant à eux, doivent localiser et hiérarchiser les obstacles aux continuités. En particulier, le plan d'action stratégique peut identifier des secteurs et proposer des actions prioritaires pour résorber des obstacles majeurs aux continuités. L'analyse des SRCE montre que les points de conflit sont identifiés par le croisement entre les continuités écologiques et les éléments fragmentant. Ces données sont parfois complétées par des données de collision. Les collisions aériennes sont abordées dans quelques SRCE avec les lignes de transport d'électricité (notamment dans les couloirs de migration), le réseau de distribution (jugé plus impactant par un SRCE), les voies ferrées électrifiées, les transports par câbles, les parcs éoliens et les surfaces vitrées. La mortalité dans les cours d'eau liée aux turbines électriques n'est pas mentionnée. Seuls les obstacles à l'écoulement figurent dans les SRCE.

Certains plans nationaux d'actions (PNA) abordent eux aussi les collisions. Ainsi, le PNA 2014-2023 en faveur de l'aigle de Bonelli (*Aquila fasciata*) note une baisse de la mortalité liée aux lignes électriques. Ceci grâce à des actions d'enfouissement menées dans certains secteurs à enjeux. Mais le développement de l'éolien apporte une nouvelle menace. Le PNA 2011-2017 en faveur du vison d'Europe (*Mustela lutreola*) porte, lui, un enjeu de restauration des continuités pour limiter l'impact des collisions routières, qui représentent 62 % des causes de mortalité identifiées.

de nos routes et environ 50 agents d'exploitation. Cela les a rassurés. »

Maintenir une animation est essentiel pour soutenir l'effort de récolte de données : quelques matinées de sensibilisation et des échanges réguliers sont proposés aux agents d'exploitation. Soucieux de mobiliser largement autour de ce projet, le Département a associé d'autres structures : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), services départementaux de l'AFB et de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS), Fédération départementale de chasse, Parc national des Pyrénées, ainsi que des associations et certaines collectivités intéressées par le sujet. « Tout en nous confortant dans l'idée qu'un protocole bien structuré est indispensable, les données de ces différents partenaires sont intéressantes pour élargir la couverture et consolider nos connaissances », a ajouté Céline Delacroix.

Sciences participatives

Augmenter la capacité de collecte des données est essentiel et les sciences participatives peuvent y contribuer. C'est ce qui a été mis en œuvre dans le cadre du SRCE de la région Auvergne Rhône-Alpes (Aura) avec les outils Visionature (20 000 contributeurs à l'échelle de la région) développé par la LPO (Julien Girard-Claudon) et Vigifaune (3 000 participants) développé par la Fédération régionale de chasse (Marc Chautan). À ces données s'ajoutent celles de la DIR Centre-Est et du Conseil départemental de l'Isère, pour constituer un dispositif consolidé de suivi des collisions. La convergence de toutes ces démarches a permis d'estimer l'intensité des collisions sur la partie du réseau la plus observée, selon Laurence Thuillier

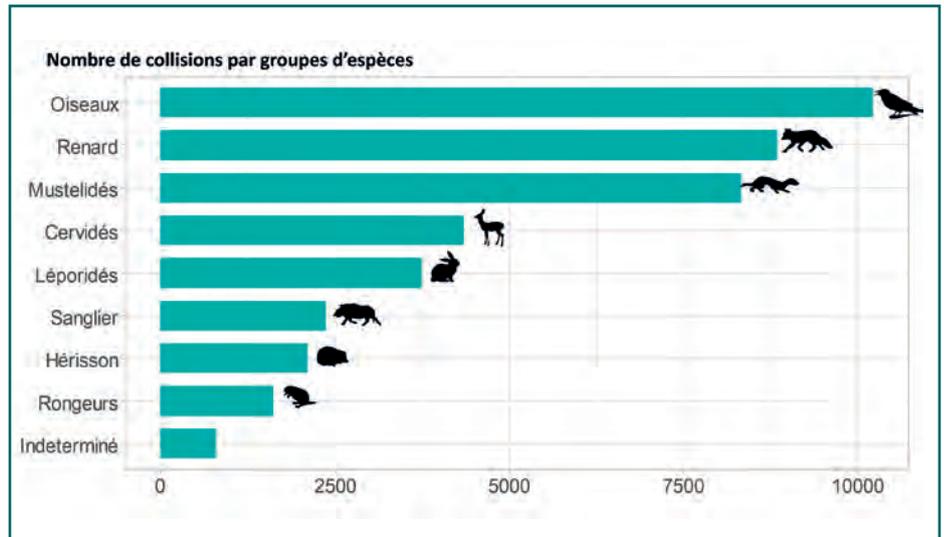


Figure 1. Nombre de collisions depuis 2010, par groupe d'espèces, sur la partie du réseau national mettant en œuvre le protocole établi par l'UMS Patrinat.

(Cerema Centre-Est). La Région et la Dreal ont aussi créé un groupe d'échanges de gestionnaires d'Infrastructures linéaires de transports (ILT) sur la Trame verte et bleue. Les résultats leur sont communiqués une fois par an. « C'est une manière d'impulser une dynamique pour qu'eux-aussi récoltent les données et pour qu'ils s'en saisissent, afin de programmer des actions de restauration », a précisé Laurence Thuillier.

Le projet ERC-lynx, démarré en 2018 dans le cadre du programme Ittecop (voir encadré ci-dessous), s'appuie sur un réseau de 300 observateurs de terrain. « Les collisions sur les routes et, dans une moindre mesure, sur les voies ferrées, sont la première cause de mortalité du lynx (*Lynx lynx*). L'objectif est de co-construire, avec les acteurs du territoire, un modèle "individu centré", qui prédise le risque de collision en fonction de divers paramètres : trafic, largeur de la route, caractère favorable ou non de l'habitat pour l'espèce... Il est trop tôt pour avoir des résultats, mais réunir 60 acteurs

autour de la problématique des collisions est déjà un premier succès », a estimé Alain Morand (Cerema Est).

Bien sûr, la présence de cadavres d'animaux ne suffit pas à déterminer l'état d'une population donnée. Jean-Michel Gaillard (CNRS et Président du Conseil scientifique de l'ONCFS) a rappelé que les données de collision devaient être considérées au regard de la dynamique de cette population, pour évaluer l'impact sur l'espèce.

Outre l'impact sur la faune, rappelons que les collisions génèrent une accidentologie humaine aux conséquences parfois dramatiques. Il serait essentiel de pouvoir la quantifier pour mieux informer les décideurs, compte tenu de leur responsabilité vis-à-vis de la sécurité des automobilistes (voir encadré page suivante). Ces données peuvent également fournir des arguments pour financer des mesures de protection de la faune.

Yannick Autret, ministère de la Transition écologique et solidaire

Le ministère de la Transition écologique et solidaire conduit le programme de recherche « Infrastructures de transports terrestres, écosystèmes et paysages » (Ittecop). Ce dernier vise à confronter les enjeux techniques des infrastructures de transport - routières, ferrées, fluviales ou énergétiques - et de leurs emprises aux enjeux écologiques et paysagers. C'est donc tout naturellement que certains projets financés abordent la question des collisions, comme le projet ERC-Lynx. On peut aussi citer le projet Comercar, étude comparative de méthodes de relevés de cadavres d'animaux sur route et le projet InfraLin-Dynpop, synthèse bibliographique de la dynamique des populations de la faune en bordure d'infrastructures linéaires de transports terrestres.

www.ittecop.fr

Des données aux solutions

Des efforts doivent être réalisés pour concilier infrastructures de transport et préservation de la biodiversité. Si la protection de la faune n'est pas la vocation première de la SNCF, l'impact des collisions sur la ponctualité des trains l'oblige à intervenir. « La SNCF répertorie 1 500 collisions annuelles avec la grande faune sauvage, et ce chiffre augmente depuis cinq ans, notamment dans l'ouest. Ces incidents touchent 8 000 trains et se traduisent par un cumul de 200 000 minutes perdues, soit plus de 3 300 heures, sur l'ensemble du réseau ferré national », a expliqué Marine Le Lay (SNCF-réseau). Pour apporter une solution sur les différents points noirs identifiés, il est primordial de bien cerner le contexte. Par exemple, dans le cas d'une voie ferrée traversant une zone de marais, il est préconisé de pratiquer des trouées dans la végétation bordant les voies, pour encourager la sortie rapide des animaux qui doivent traverser. Lorsque des dispositifs d'exclusion de la faune existent, il faut aussi veiller à ce qu'ils ne deviennent pas des pièges pour les quelques animaux qui parviendraient malgré tout à se faufiler sur les voies.



Détecteur automatique de faune sur une route départementale de l'Isère.

Caryl Buton, Cabinet X-AEQUO

La jurisprudence reconnaît aux gestionnaires de voirie l'obligation de signaler les dangers existants et donc de baliser une zone jugée dangereuse du fait de la traversée potentielle d'animaux sauvages. Sur les autoroutes, l'obligation d'entretien normal comprend également l'aménagement de ces zones afin d'éviter les risques de collision. Une jurisprudence constante reconnaît ces obligations uniquement près des massifs forestiers abritant du gros gibier et dans les zones où le passage des grands animaux est habituel. À ce jour, il n'existe pas de définition précise de ces zones : la jurisprudence opère une appréciation au cas par cas, en fonction des enjeux locaux, des accidents passés, des avis émis par les services compétents. L'éventualité de zones particulièrement accidentogènes liées à d'autres espèces doit être également prise en compte par le gestionnaire de l'infrastructure si des données spécifiques permettent de les identifier. Le développement de nouveaux modèles permet d'affiner l'analyse des zones à partir des collisions enregistrées, mais à ce jour il n'existe pas de seuils retenus par la jurisprudence. Les observations d'animaux vivants aux abords des voies seraient également à prendre en compte dans l'analyse.

Depuis 2001 et grâce au Réseau écologique départemental de l'Isère (Redi), le Département de l'Isère a identifié 600 points de conflit sur son réseau routier. En 2009, le projet européen Couloirs de vie, visant la restauration de continuités écologiques entre les trois massifs entourant Grenoble, a permis de préciser les zones les plus impactées avec l'aide des données des agents des routes départementales formés par la LPO.

Parmi les options étudiées, une solution innovante a consisté à installer des détecteurs automatiques de faune à proximité de la route. « Le retour d'expérience a montré que le nombre de collisions, d'une

trentaine par an, est descendu à moins de cinq. La principale difficulté rencontrée est le vol récurrent des batteries. Avec le recul, nous regrettons de ne pas les avoir enterrées », a indiqué Anne-Sophie Croyal (Conseil départemental de l'Isère). Au regard des différentes actions similaires en cours de déploiement dans d'autres territoires, il est nécessaire de renforcer le partage d'expérience, pour échanger sur les difficultés rencontrées et sur les leviers identifiés.

La mortalité par collisions concerne également les espèces aquatiques (voir encadré ci-dessous) et aériennes.

Sylvain Richard, AFB-IMFT (Institut de mécanique des fluides de Toulouse)

Les risques de blessures et de mortalités de poissons liés aux ouvrages hydroélectriques surviennent durant la dévalaison, principalement lors de leur transit par les turbines. Des mesures de réduction des impacts sont mises en œuvre sur les tronçons de cours d'eau concernés par la présence de smolts (jeunes presque à l'âge adulte cherchant des zones de reproduction) de Saumon Atlantique (*Salmo salar*) ou de Truite de mer (*Salmo trutta trutta*), d'Anguille argentée (*Anguilla anguilla*) ainsi que de Truite fario (*Salmo trutta fario*). Pour les centrales de moins de 100 m³/s turbinés, des prises d'eau « ichtyocompatibles » sont mises en place. Le principe est d'arrêter les poissons avec un plan de grille fine, de les guider vers une voie de passage saine et de les transférer en aval de la centrale via une goulotte de transfert. Les taux d'efficacités sont élevés : entre 85 % et 90 % pour les smolts et proches de 100 % pour l'anguille. Pour les plus gros aménagements (supérieurs à 100 m³/s), les réflexions sont plus récentes et les solutions techniques possibles pour réduire l'impact des turbines font encore l'objet de recherches et d'expérimentations.

Espèces volantes et collisions

Les collisions en vol peuvent se produire sur des obstacles divers : bâtiments, phares, ponts, éoliennes, lignes électriques, aéronefs... Romain Sordello (UMS Patrinat) a rappelé que certains phénomènes, comme la pollution lumineuse, peuvent accentuer le risque. Si la trame aérienne n'est pas abordée dans les ONTVB, la terminologie apparaît néanmoins dans certains SRCE. Une trame aérienne est ainsi cartographiée dans le schéma Trame verte et bleue de La Réunion.

La collecte des données sur les collisions est bien structurée pour les aéronefs, soumis à des obligations internationales et européennes. La base de données des collisions de la faune avec ces derniers comprend 6 000 incidents (entre 2006 et 2016), dont 8 % ont été jugés « sérieux » et 4 % ont occasionné des dommages. C'est légèrement plus que la décennie précédente, mais moins que dans les années 80, alors que le trafic aérien a beaucoup augmenté. Rendre l'emprise des aéroports moins attractive, en supprimant certains habitats, est une solution pour limiter les collisions, mais cela pose question. Depuis 2009, les aéroports sont équipés de moyens d'effarouchement et, en dernier recours, des tirs de prélèvements peuvent être autorisés.

Les espèces volantes sont aussi concernées par des collisions avec le bâti. Même si peu de sources de données

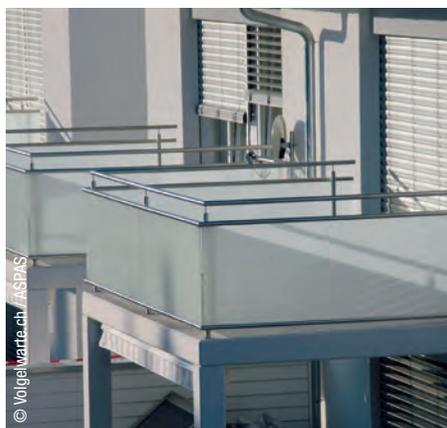
sont disponibles. Elsa Caudron (LPO) a indiqué que l'impact des bâtiments sur l'avifaune était sans doute très important : sur 100 000 oiseaux recueillis chaque année dans les six centres de soin LPO, 15 % ont été victimes de collisions, dont 40 % sont des collisions routières et 10 % des collisions sur des vitres. « Ces collisions sont sans doute sous-estimées, car la plupart des oiseaux qui se cognent sur un bâtiment sont prédatés ou ramassés par des équipes de nettoyage », estime-t-elle. De plus, l'éclairage des bâtiments accentue leur impact. Une étude menée récemment aux États-Unis évalue entre 100 millions et un milliard le nombre d'oiseaux tués chaque année de cette manière !

Des associations de protection de la nature sensibilisent à ces enjeux via des guides et l'accompagnement des projets. Utiliser en façade du verre réfléchissant à moins de 15 %, associé à une coloration ou à des motifs et un système d'ombrage approprié avec des autocollants, des rideaux ou des plantes grimpantes (illustrations ci-dessous) permet aux oiseaux de visualiser l'obstacle.

Le risque sur l'avifaune lié au transport d'électricité est connu de longue date. Jean-François Lesigne (Réseau de transport d'électricité-RTE) a indiqué que les risques d'électrocution concernaient surtout les lignes de faibles tensions, dont les câbles sont plus rapprochés, tandis que les risques de percussions concernaient plutôt les gros pylônes, de plus grande hauteur. La pose de balises permettant aux oiseaux de repérer les

câbles a commencé dans les années 80. Dès 1992, EDF s'engageait à rendre les lignes électriques moins dangereuses pour l'avifaune. Et depuis 2004, un Comité national avifaune (CNA) réunit Enedis, RTE, la LPO et France nature environnement pour prioriser les programmes, choisir les équipements et définir de bonnes pratiques. Des effaroucheurs sont installés sur les plates-formes pour dissuader les grands oiseaux d'y faire leur nid. Des nacelles sont positionnées dans des zones sans danger pour les inciter à y nidifier. Quantifier le nombre d'oiseaux tués sous les lignes électriques et mesurer l'impact sur leurs populations est compliqué. Les travaux menés par Leyli Borner dans le cadre de son doctorat ont contribué à mettre à jour la cartographie des points sensibles identifiés par le CNA.

Les éoliennes sont aussi cause de collisions ou de barotraumatismes pour les oiseaux et les chauves-souris. En France, les études d'impact préalables à l'installation d'éoliennes sont obligatoires. Selon Charlotte Roemer (Biotope), le plus efficace pour diminuer les collisions est de jouer sur l'évitement, en sélectionnant des endroits de moindre impact où installer les parcs éoliens. « Mais cette solution est souvent négligée, en partie à cause du manque de bases empiriques pour guider les décisions », a-t-elle précisé. Des suivis acoustiques permettent de mesurer l'effet de certains éléments paysagers (distance aux arbres, à l'eau, au bâti, pourcentage de pente...) sur la densité de chauves-souris et sur leur hauteur de vol (variable selon l'espèce).



Exemples de bonnes pratiques pour rendre le verre plus visible : opacification des parois de balcons.



Intégration de motifs dans les parois d'une passerelle piétonne.



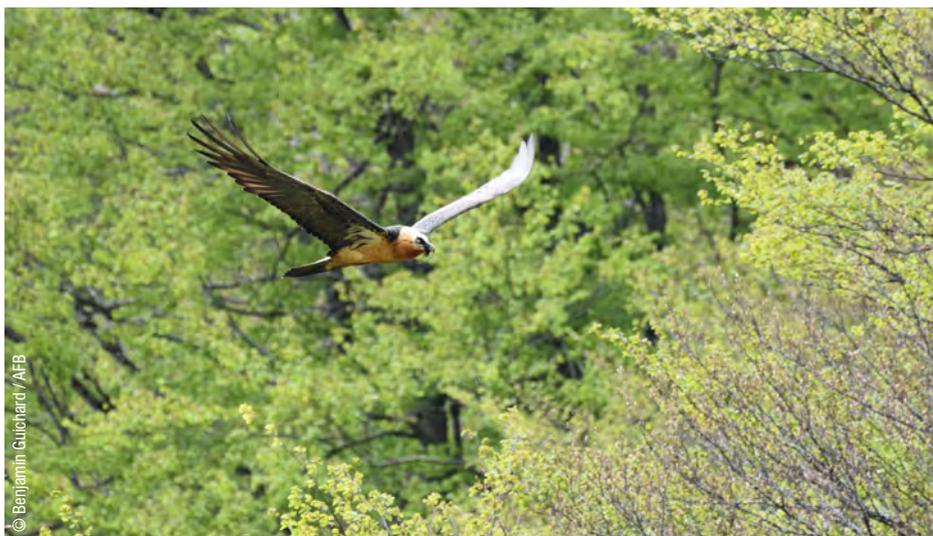
Aménagement d'un mur végétalisé avec des plantes grimpantes.

Appliqués à proximité d'éoliennes, ils montrent que la densité de chauves-souris diminue loin des arbres et vers le sommet des reliefs. Les Noctules, le Molosse de Cestoni et les Sérotines, qui passent plus de 40 % du temps en hauteur, sont les espèces les plus sensibles. Pour ce type d'espèce, un évitement à l'échelle régionale, voire nationale, doit être envisagé, ce qui rejoint l'idée de l'établissement d'une trame aérienne reconnue par tous les acteurs.

Priorité à l'action

À l'issue de cette journée d'échanges, il apparaît que l'effort d'acquisition des données doit se poursuivre, avec davantage de collaboration entre scientifiques et gestionnaires sur les méthodes développées et sur les solutions mises en œuvre au regard des questions qui restent en suspens. Le rôle du centre de ressources Trame verte et bleue est d'accompagner

cette dynamique. Au regard du coût matériel, humain et écologique des collisions de la faune et des infrastructures, il apparaît souhaitable d'agir sans attendre d'avoir une vision exhaustive de la situation pour chaque espèce impactée. ■



Gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*), espèce particulièrement impactée par les lignes électriques.

Centre de ressources Trame verte et bleue

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Le Centre de ressources s'adresse aux acteurs en charge de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique Trame verte et bleue. Ce dispositif multipartenarial et collaboratif repose sur trois moyens d'actions indissociables :

- animation de réseaux d'acteurs (évaluation des besoins, structuration des échanges, coordination...);
- accompagnement technique (conseil, formation...);
- production et mise à disposition de ressources (informations, méthodes et outils scientifiques et techniques, retours d'expériences...).

Les actions et les productions du Centre de ressources sont à découvrir sur : www.trameverteetbleue.fr

Contact : Fabien Paquier, chargé de mission Trame verte et bleue

Courriel : fabien.paquier@afbiodiversite.fr

Partenaires

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Pour en savoir plus :

- Retrouvez les présentations de la journée du 02/07/2019 : bit.ly/2pLxmZS
- Fiche de retour d'expérience sur le passage petite faune du Cheylas : bit.ly/2CXAAxO
- Guide pour la conception des prises d'eau ichtyocompatibles : bit.ly/333sVHY
- Note « Trame verte et bleue et espèces volantes » : bit.ly/20sBoz8
- Guide « Les oiseaux, le verre et la lumière dans la construction » : bit.ly/2Px7Qku
- Synthèse de la thèse « Écologie des mouvements de chiroptères à l'échelle locale et collisions » de Charlotte Roemer : bit.ly/341heTp

Organisation de la journée

Fabien Paquier, Aurélien Daloz (AFB)

Antoine Lombard (MTES)

Avec l'appui de Lucille Billon, Romain Sordello, Yorick Reyjol (UMS Patrinat), Sylvie Vanpeene (Irstea) et Eric Guinard (Cerema).

LES

Rencontres

Directeur de publication: Christophe Aubeil

Coordination: Fabien Paquier

Rédaction:

Mare Lescroart, Fabien Paquier, Aurélien Daloz

Réalisation: Parimage

Impression: Estimprim

Impression sur papier issu de forêts gérées durablement

Éditeur: AFB – 5, square Félix Nadar – 94300 Vincennes

Disponible sur:

<https://professionnels.afbiodiversite.fr/tr/rencontres>

ISBN web: 978-2-37785-127-0

ISBN print: 978-2-37785-128-7

Gratuit



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

