

IMPACT DES ÉNERGIES ÉOLIENNES SUR LA BIODIVERSITÉ

Fiche résultat



BRIBAT

Régulation intelligente des éoliennes :
un dispositif gagnant-gagnant basé
sur des algorithmes d'optimisation
du compromis entre production
d'énergie et risques de collisions
avec la faune volante

Porteur du projet : Kévin Barré (UMR7204 Cesco-MNHN)

Début et fin du projet : 2024-2025

Participant.e.s : Fabien Claireau, Anne-Constance Comau, Anaïs Pessato, Andréas Ravache, Elise Sivault, Cassandre Treyvaud, Fabien Verniest, Christian Kerbirou

Avec le soutien de :



Mots-clefs : algorithme de bridage ; chiroptères ; collisions ; régulation ; suivis acoustiques



Introduction

Les éoliennes terrestres génèrent des collisions avec les chauves-souris. Ces collisions peuvent toutefois être minimisées en utilisant la technique du « bridage », c'est-à-dire en arrêtant les pales. L'usage d'algorithmes entraînés sur de nombreuses données pour anticiper les arrêts nécessaires est prometteur, et permet de mieux protéger les chauves-souris tout en limitant la perte d'énergie dues aux arrêts des pales. Cependant, les critères de mise en œuvre de ces algorithmes restent à définir, comme par exemple la nécessité, ou non, de récolter des données spécifiques au site visé par le bridage à inclure dans les algorithmes, ou encore le seuil de risque à partir duquel on considère utile de brider.

Contexte et objectifs

Les éoliennes terrestres génèrent de nombreuses mortalités de chauves-souris par collision avec les pales. Ces collisions peuvent être prédites par la prise en compte des facteurs environnementaux qui influencent l'activité de ces animaux.

Le bridage des éoliennes, c'est-à-dire leur arrêt lors de vent faible et température clémente – lorsque les chauves-souris sont actives et la production d'énergie faible (Voigt *et al.*, 2015) – est une mesure de réduction à fort potentiel pour la réduction de la mortalité. Même si cette approche peut réduire significativement le taux de mortalité, l'efficacité reste extrêmement variable et jamais totale. Ceci est d'autant plus problématique que **(1)** la mortalité observée actuellement à cause des éoliennes peut remettre en question la viabilité de ces populations au taux de renouvellement faible, en particulier des espèces de haut vol comme les Noctules, et que **(2)** moins de la moitié des éoliennes françaises sont bridées.

Le manque d'efficacité des bridages conventionnels tient au fait que d'autres paramètres ne sont pas pris en compte : la météo, la phénologie, les caractéristiques paysagères, le fonctionnement des éoliennes conditionnent également le risque de collision. Les recherches menées ont ainsi déjà démontré l'avantage des algorithmes par rapports aux méthodes conventionnelles en protégeant nettement plus de chiroptères à perte de production énergétique équivalente.

Le projet BRIBAT visait à transformer ces algorithmes en outils opérationnels, utilisables et généralisables sur le terrain, selon différents scénarii, afin de définir le cadre de mise en application de l'outil le plus approprié, avec 3 grands objectifs :

- (i)** Évaluer la plus-value de prédictions du risque de collision futur à partir de données météorologiques passées, par rapport à une approche de prédiction sur la base de données météorologiques en quasi-temps réel.
- (ii)** Définir l'utilisation spatiale de l'outil la plus appropriée, en évaluant la nécessité ou non d'inclure des données spécifiques au site lors de l'entraînement de l'algorithme.
- (iii)** Définir les critères de bridage en termes de probabilité de présence prédite par l'algorithme et de résolution taxonomique, à considérer pour la prise de décision d'arrêt des pales.

Enfin, le projet a également défini la méthode de modélisation requise pour tirer le meilleur parti des données malgré une hétérogénéité matérielle forte.



Méthode et approches utilisées pour le projet

Afin d'évaluer les critères pertinents de mise en œuvre des algorithmes de gestion des éoliennes, les algorithmes ont été entraînés sur une partie des données disponibles (131 sites de suivis acoustiques en nacelle d'éolienne, totalisant plus de 29 000 nuits complètes d'enregistrement et plus de 100 000 détections de chauves-souris), puis testés en leur faisant prédire les arrêts de pales nécessaires en cas de risque de collision, de sorte à quantifier la proportion des chauves-souris qu'ils protègent, ainsi que les pertes de rotations de pales associées. L'entraînement de l'algorithme et son évaluation ont été réalisés de différentes façons correspondant à des scénarii d'usage de l'outil sur le terrain, afin d'identifier les prérequis à son utilisation (type de données, résolution temporelle des arrêts, etc).

Principales conclusions

BRIBAT a démontré que les algorithmes développés pour prédire le risque de collision entre les éoliennes et les chauves-souris, et arrêter les pales lorsque ce dernier est trop important, peuvent être entraînés sur des données de suivi méthodologiquement hétérogènes, permettant de bénéficier de toute la puissance des données compilées à l'échelle nationale. Les algorithmes sont plus efficaces que les méthodes actuelles, en faisant perdre une proportion de rotations de pales plus faible tout en protégeant une plus grande proportion de chauves-souris. Ces algorithmes sont d'autant plus efficaces qu'ils seront utilisés sur des tranches horaires fines (par exemple 10 à 30 minutes). L'inclusion de données de suivi spécifiques au site visé lors de leur entraînement est indispensable, en particulier pour les espèces de haut vol à fort risque de collision. Ces résultats apportent des garanties quant à la faisabilité d'une implémentation future de ces algorithmes dans les outils de terrain.

Impact pour la science et la société, la décision publique et privé

BRIBAT a montré que les algorithmes développés durant le projet pour prédire le risque de collision entre les éoliennes et les chauves-souris à partir des conditions météorologiques favorables à ces dernières, sont théoriquement plus performants que les approches conventionnelles de gestion des éoliennes, en protégeant globalement mieux les chauves-souris tout en faisant perdre moins d'énergie. Il a également permis de commencer à définir les prérequis opérationnels pour que ces algorithmes puissent être effectivement implémentés en outils de décision utilisables dans la pratique, au-delà de simulations informatisées. Ces recherches ont donc un impact potentiel socio-écologique important puisqu'elles permettront d'atténuer le conflit entre développement d'infrastructures de production d'énergie éolienne et les espèces volantes (pour la plupart protégées, voire menacées), faisant régulièrement débat dans l'espace public. De plus, ces recherches, en plus de favoriser une meilleure protection de la faune, permettront potentiellement de limiter les pertes énergétiques grâce à la sophistication des méthodes de gestion du fonctionnement des éoliennes basé sur des algorithmes plus à même de détecter les situations où l'arrêt des pales n'est pas nécessaire. Les résultats du projet se trouvent donc au carrefour des enjeux écologiques, politiques, climatiques, et économiques, et constituent le socle de mise à disposition future d'un outil de gestion à destination de l'ensemble des parties prenante au développement éolien.