

# Analyse des comportements de vol par pistage GPS haute-résolution afin de réduire l'impact des parcs éoliens sur les populations de rapaces

Tonio Schaub<sup>1</sup>, Raymond Klaassen<sup>1</sup>, Caroline De Zutter<sup>1</sup>, Alexandre Millon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IMBE / Aix-Marseille Université, Engie Lab Crigen, University of Groningen. [tonio.schaub@imbe.fr](mailto:tonio.schaub@imbe.fr)

Télécharger le diaporama



Voir la vidéo



## Résumé

L'énergie éolienne est nécessaire à la réduction des émissions de carbone atmosphérique; cependant il est crucial de minimiser son impact négatif sur la Biodiversité. Les rapaces représentent un des groupes d'oiseaux les plus impactés par les éoliennes, notamment du fait de collisions. Cette thèse a pour objectifs d'analyser le comportement de vol de plusieurs espèces de rapaces (e.g. Milan royal, busards) afin de mieux quantifier le risque de collision et d'évaluer les mesures à mettre en œuvre pour le réduire, voire l'éviter. Pour cela, nous collectons des données de *tracking* GPS 3D haute-résolution qui permettent d'étudier finement les différents aspects du comportement de vol des oiseaux (hauteur de vol, évitement des éoliennes). En plus de nos suivis GPS en France et aux Pays-Bas, nous réunissons des données récoltées par d'autres projets en Europe. Cette approche collaborative nous permettra de comparer les comportements de vol entre différents sites afin de vérifier le caractère général de nos conclusions. D'une part, les résultats serviront à comparer l'impact d'éoliennes de différentes dimensions (diamètre du rotor, garde au sol) sur les rapaces. D'autre part, ces résultats seront couplés à des données d'abondance et de répartition de la communauté de rapaces afin de modéliser spatialement les impacts potentiels de futures implantations de parcs éoliens. Nous présenterons l'approche générale de notre projet ainsi que les premiers résultats sur la hauteur de vol.

## Abstract

Wind energy development is key for the reduction of carbon emissions. However, it is crucial to minimise its negative impact on biodiversity. Raptors represent one of the bird families which are most vulnerable to wind turbine collisions. This PhD project aims at assessing the flight behaviour of several European raptor species (e.g. Red Kite, harriers) in order to quantify the collision risk and evaluate different measures that could reduce, or avoid, the risk. To achieve this, we collect high-resolution 3D GPS tracking data, which allow to study crucial aspects of flight behaviour such as flight height and wind turbine avoidance in great detail. Besides our own GPS tracking projects in France and the Netherlands, we assemble data from other tracking projects across Europe. This collaborative approach will enable us to compare flight behaviour between sites to derive generic conclusions. On the one hand, the data will be used to assess the impact of wind turbines of different dimensions (rotor diameter, ground clearance) on raptors. On the other hand, the results will be coupled with data and the abundance and distribution of raptors to spatially model the impact of future wind energy developments. Here, we present the general approach of our project as well as preliminary results on flight height distributions and their implications for wind turbine dimensions.

## Motivation et approche

L'énergie éolienne est nécessaire à la réduction des émissions de carbone atmosphérique; cependant il est crucial de minimiser son impact négatif sur la Biodiversité. Les rapaces représentent un des groupes d'oiseaux les plus impactés par les collisions avec les éoliennes (Dürr 2020). Ce projet de thèse a pour objectif d'analyser le comportement de vol de plusieurs espèces de rapaces afin de mieux quantifier le risque de

collision et évaluer les mesures à mettre en œuvre pour réduire, voire éviter, ce risque.

La modélisation directe de la mortalité observée dans les parcs éoliens n'est actuellement pas réalisable, du fait d'une quantité/qualité de données insuffisantes relatives à l'occurrence des mortalités, à la stratégie de recherche des cadavres ou encore aux paramètres techniques environnementaux des parcs éoliens. En guise d'alternative, notre approche repose sur la modélisation des différents aspects du comportement

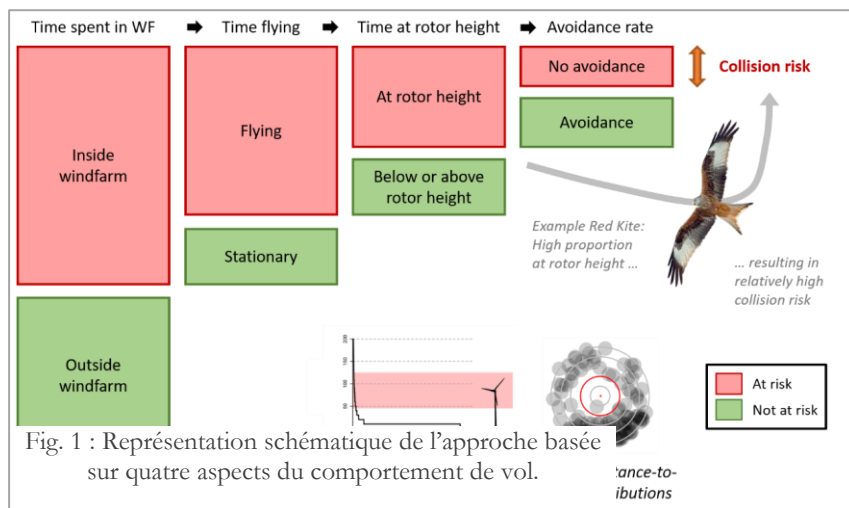


Fig. 1 : Représentation schématisée de l'approche basée sur quatre aspects du comportement de vol.

de vol des rapaces qui, ensemble, déterminent le risque de collision. Nous avons identifié quatre compartiments clés dans la détermination de ce risque (fig. 1) : 1. temps passé à l'intérieur de parcs éoliens (évitement macro-échelle), 2. le temps passé en vol, 3. le temps passé dans la gamme de hauteur des rotors d'éoliennes et 4. le comportement d'évitement des éoliennes (évitement méso-échelle). Ces différents paramètres peuvent fortement varier entre les espèces.

## Méthodologie

Pour pouvoir finement étudier le comportement de vol, nous collectons des données de *tracking* GPS sur plusieurs sites en France et aux Pays-Bas, principalement sur cinq espèces de rapaces de taille moyenne des plaines agricoles (Busard cendré *Circus pygargus*, Busard Saint-Martin *C. cyaneus*, Busard des roseaux *C. aeruginosus*, Buse variable *Buteo buteo* et Milan royal *Milvus milvus*). Au-delà, nous réunissons des données GPS issues d'autres projets en Europe, surtout au Benelux et en Allemagne. Cette approche collaborative nous permettra de comparer les comportements de vol entre différents sites afin d'obtenir des conclusions générales et robustes. D'une part, les résultats serviront à comparer l'impact d'éoliennes de différentes dimensions (diamètre du rotor, garde au sol) sur les rapaces et d'autre part, ces résultats seront couplés à des données d'abondance et de répartition de la communauté de rapaces afin de modéliser spatialement les impacts potentiels de futures implantations de parcs éoliens.

Pour enregistrer les mouvements de rapaces en 3D avec une mesure d'altitude précise, nous tirons avantage des nouvelles générations de balises pour collecter des données GPS en haute résolution temporelle (intervalle de 1-3 secondes) et l'altimétrie barométrique. Ces deux méthodes permettent d'obtenir une erreur moyenne dans les mesures d'altitude de l'ordre de 3 m seulement.

La collecte de données se poursuivra jusqu'à fin 2022, avec les résultats finaux attendus pour la fin de

l'année 2023. Les résultats préliminaires déjà disponibles à ce stade concernent la distribution des hauteurs de vol des différentes espèces et son implication quant à l'impact des éoliennes de différentes dimensions.

Pour illustrer ce type d'analyse, nous utilisons ici un jeu de données restreint compilant les données GPS de cinq espèces de rapaces issues d'une région par espèce (Busard cendré Champagne/FR, Busard Saint-Martin Champagne/FR, Busards des roseaux Flevoland/NL,

Buse variable Groningen/NL, Milan royal Grand Est/FR), avec 4-12 individus suivis et 16-225 h de vols enregistrés en haute-résolution par espèce. Les données utilisées concernent uniquement des individus adultes pendant la période de reproduction.

Dans un premier temps, nous décrivons les distributions des hauteurs de vol par espèce et quantifions la proportion de temps passé à 40-200 m, soit la hauteur de la plupart des rotors d'éoliennes. Deuxièmement, nous mesurons le risque de collision théorique pour des éoliennes de différentes dimensions, en variant les paramètres garde au sol (entre 10 et 120 m) et le diamètre du rotor (entre 40 et 200 m). De ces analyses, nous dérivons un indice de risque de collision combinant la distribution de la hauteur de vol des oiseaux et la surface du rotor de l'éolienne, en tenant compte de sa forme circulaire.

## Résumé des résultats

Les cinq espèces de rapaces étudiées ici montrent un pic de hauteur de vol inférieur à 30 mètres. La proportion de temps passé à 40-200 m varie fortement entre espèces : 7 % pour le Busard des roseaux, 11 % pour le Busard cendré, 19 % pour le Busard Saint-Martin, 33 % pour la Buse variable et jusqu'à 45 % pour le Milan royal.

La concentration des vols à faible hauteur a pour conséquence que l'indice de risque de collision augmente de manière exponentielle avec l'abaissement de la garde au sol. Par exemple, une réduction de la garde au sol de 50 à 20 m (pour un diamètre de rotor fixé à 140 m) augmente le risque de collision par 60-81 % selon les espèces. À l'inverse, une augmentation de la garde au sol de 50 à 80 m entraîne une réduction de 24-36 % de l'indice du risque de collision.

À garde au sol constante, une augmentation du diamètre du rotor s'accompagne d'une augmentation du risque de collision par éolienne pour les cinq espèces. Toutefois, le risque de collision *par puissance nominale* diminue. Ceci signifie que lorsque l'installation d'une

certaine puissance totale est atteinte avec moins d'éoliennes de plus grande taille, le risque de collision total est réduit, pourvu que la garde au sol ne soit pas diminuée. Par exemple, augmenter le diamètre de 100 à 200 m pourrait réduire le risque de collision par MW de 12-25 % selon les espèces, pour une garde au sol fixée à 50 m.

## Discussion

Les résultats présentés ici concernant les hauteurs de vol restent préliminaires et illustrent principalement les différences attendues entre espèces. Une analyse de la variation inter-sites et inter-individus sera conduite prochainement afin de vérifier la robustesse et le caractère générale de nos conclusions quant aux conséquences du dimensionnement des éoliennes sur le risque de collision des rapaces.

Il est important de noter que la différence des distributions de hauteur de vol entre les espèces décrites ici ne peut pas directement être interprétée comme différence concernant le risque de collision, car d'autres aspects comportementaux comme le temps passé en vol et le taux d'évitement varient pour chaque espèce. Néanmoins, nos résultats préliminaires, indiquant le Milan royal comme l'espèce avec la plus grande proportion de vols à la hauteur de risque (6 fois plus que pour le Busard des roseaux, par exemple), sont cohérents avec le fait que le Milan royal ait été identifié comme une des espèces de rapaces avec le risque de collision le plus élevé (Dürr 2020). Une image plus précise du risque de collisions espèce-spécifique sera obtenue en intégrant les trois autres aspects du comportement de vol décrits précédemment (fig. 1).

L'augmentation du risque de collision avec des gardes au sol plus faibles est conforme aux quelques études antérieures (p.ex. Busard cendré – Schaub *et al.* 2020, oiseaux marins – Johnston *et al.* 2014). Il faut néanmoins souligner que cette relation n'est pas forcément valide pour toutes les espèces. Ainsi, des rapaces de plus grande taille, plus dépendants d'ascendances thermiques pour leur recherche de nourriture, et montrant une concentration de l'activité de vol à des hauteurs plus élevées, montreront probablement une relation entre le dimensionnement des rotors et le risque de collision différente (p. ex. Circaète Jean-le-Blanc où un individu balisé par nos soins en 2021 montre une distribution avec la plupart des vols entre 100 et 250 m ; ou Vautour fauve, O. Duriez, comm. pers.). Il est donc crucial de prendre en considération la composition de la communauté de rapaces présente à l'échelle régionale pour déterminer

les dimensions d'éoliennes à même de réduire le risque de collision au strict minimum.

La tendance à la réduction du risque de collision par unité de puissance nominale avec une augmentation du diamètre indiquerait une manière supplémentaire d'atteindre une certaine production d'énergie éolienne en minimisant les impacts sur les rapaces. Par contre, cette relation est de nouveau seulement valide pour les espèces qui volent principalement à faible hauteur.

En conclusion, la garde au sol est sans doute un élément crucial dans la détermination du risque de collision. Une garde au sol plus élevée représente probablement une possibilité de réduction d'impact important chez la plupart des espèces de rapaces.

## Bibliographie

- Dürr, T. 2020 : Bird fatalities at windturbines in Europe. 23-11-2020.  
<https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Voegel-Uebersicht-europa.xlsx>
- Johnston, A., Cook, A.S.C.P., Wright, L.J., Humphreys, E.M. & Burton, N.H.K. 2014 : Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *J. Appl. Ecol.* 51: 31-41.
- Schaub, T., Klaassen, R.H.G., Bouten, W., Schlaich, A.E. & Koks, B.J. 2020 : Collision risk of Montagu's Harriers *Circus pygargus* with wind turbines derived from high-resolution GPS tracking. *Ibis* 162: 520-534.

## Remerciements

Nous remercions vivement tous les partenaires qui ont accepté de contribuer à ce projet collaboratif. En particulier, et pour les données GPS utilisées dans cette analyse préliminaire sur la hauteur de vol : le réseau Busards (Jean-Luc Bourrioux, Pascal Albert), Natural England (Simon Lee), Wageningen Environmental Research (Ralph Buij), Dutch Montagu's Harrier Foundation, LPO Champagne-Ardenne (Aymeric Mionnet), LPO Alsace (Jérôme Isambert, Arthur Keller), ENGIE Green, la Compagnie Nationale du Rhône, EDP Renewables, le « réseau Circaète » Bouches-du-Rhône et la LPO PACA (Olivier Hameau, Thomas Girard). Nous remercions aussi toutes les personnes qui ont soutenu les travaux de terrain d'une manière pratique (Françoise Million), qui nous ont fournis des informations ou ont contribué à la discussion (Joël Chadœuf, INRAE). La thèse de T. Schaub est financée par l'ANRT et ENGIE (thèse Cifre).