

# 1<sup>ères</sup> Rencontres de l'Observatoire des EnR et de la Biodiversité

*Vers une transition énergétique en harmonie avec la biodiversité, les sols et les paysages*

**Vitesse de rotation des pales et  
risque de collisions chez trois  
rapaces : le Milan royal, le Faucon  
crécerelle et le Vautour fauve.**

*Dr. Lucie Barluet de Beauchesne, Coordinatrice R&D Eco-Ethologie, Biodiv-Wind  
Henri-Pierre Roche, MSc, Directeur général de Biodiv-Wind*



# Sommaire

## I. INTRODUCTION

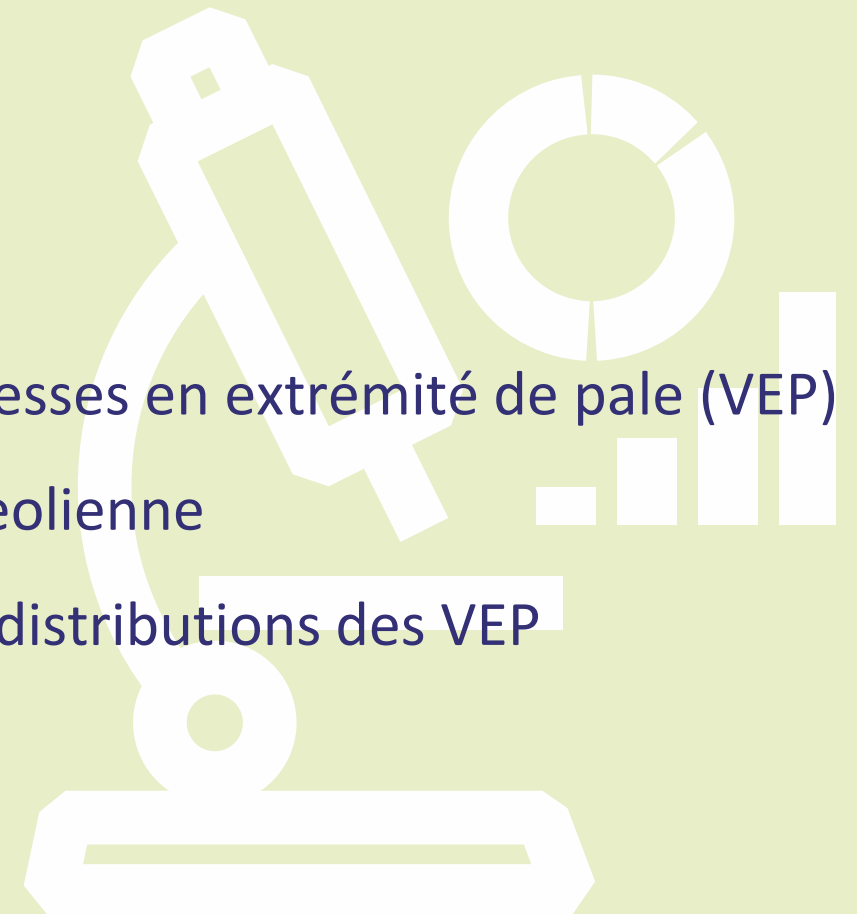
## II. MATERIEL ET METHODE

## III. RESULTATS

1. Distribution saisonnière des collisions
2. Distribution des collisions en fonction des valeurs des vitesses en extrémité de pale (VEP)
3. Distribution des vitesses en extrémité de pale (VEP) par eolienne
4. Distribution des collisions en fonction des valeurs et des distributions des VEP

## IV. SYNTHESE

## V. DISCUSSION ET PERSPECTIVES



# INTRODUCTION



## Etat des lieux de la situation actuelle

- Près de 60 000 mortalités d'oiseau par an en France<sup>1,2</sup>
- Sensibilité forte des rapaces<sup>3</sup>

## Facteurs intervenant dans le risque de collision<sup>2</sup>

- Facteurs environnementaux (conditions météorologiques, contexte paysager)
- Facteurs intrinsèques aux oiseaux (capacité cognitives et visuelles, phénologie de l'activité)
- Facteurs techniques des parcs éoliens (diamètre, hauteur et **vitesse** des rotors)



**Ce facteur est le seul qui peut être piloté pendant l'exploitation des éoliennes**

<sup>1</sup> Marx, G. 2017. Le Parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. LPO

<sup>2</sup> Gémard et al., 2024. Identifier les conditions augmentant le risque de collision d'oiseaux dans les parcs éoliens : synthèse des connaissances et recommandations méthodologiques. MSH SUD. 2024, pp.19. Projet mape

<sup>3</sup> Million et al., 2025. Sensibilité et vulnérabilité de l'Avifaune de France Métropolitaine aux éoliennes terrestres. Restitution du projet VULNEO du 5 mars 2025



# INTRODUCTION



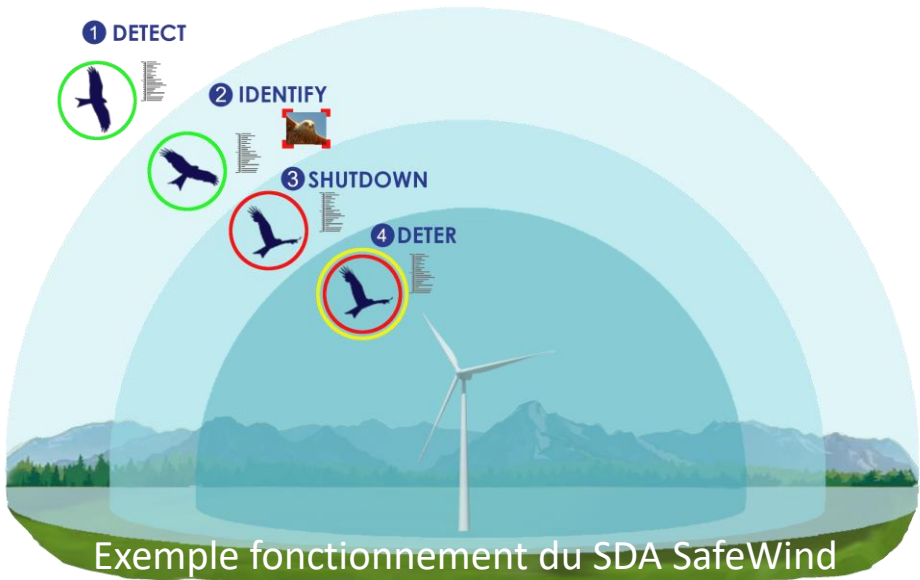
## Système de détection de l’avifaune (SDA) :

- Détection automatique de l’approche de l’oiseau
  - Arrêt/ralentissement de la rotation des pales de l’éolienne
- **Hypothèse : l’arrêt de l’éolienne permet aux oiseaux d’anticiper le mouvement des pales et d’éviter la collision**



## Or hypothèse peu vérifiée :

- Peu d’études (à notre connaissance 2 à l’échelle mondiale)
- Etudes basées uniquement sur du suivi de mortalité avant/après



Publication	Méthode	Conclusion
Ferrer et al., 2022 <sup>4</sup>	Prospection avant/après programme d’arrêt sélectifs des éoliennes	Réduction de 92% de la mortalité des Vautours fauves
McClure et al., 2021 <sup>5</sup>	Prospection avant/après installation de SDA	82% de réduction de mortalité après installation de SDA
Huso & Dalthorp 2023 <sup>6</sup>	Réanalyse des données de McClure 2021	Méthode et résultats remis en cause (seulement 50% de réduction de mortalité)
McClure et al., 2023 <sup>7</sup>	Réponse à Huso & Dalthorp 2023	Confirmation de leur résultat 85% de réduction de mortalité

<sup>4</sup>Ferrer et al., (2022). Significant decline of Griffon Vulture collision mortality in wind farms during 13-year of a selective turbine stopping protocol. *Global Ecology and Conservation*, 38, e02203.

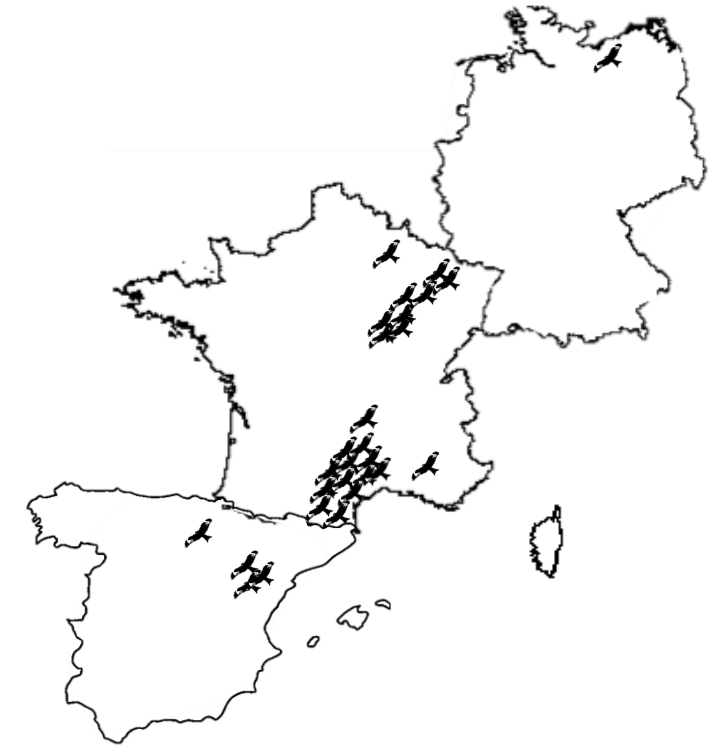
<sup>5</sup>McClure et al., (2021). Eagle fatalities are reduced by automated curtailment of wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 58(3), 446-452.

<sup>6</sup>Huso & Dalthorp, (2023). Reanalysis indicates little evidence of reduction in eagle mortality rate by automated curtailment of wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 60(10), 2282-2288.

<sup>7</sup>McClure et al., (2023). Reanalysis ignores pertinent data, includes inappropriate observations, and disregards realities of applied ecology: Response to Huso and Dalthorp (2023). *Journal of Applied Ecology*, 60(10), 2289-2294.

### ➡ Méthode inédite : utilisation des vidéos de collisions issues de SDA

- Entre 2019 et 2024
- **750 éoliennes** comprises dans l'étude et équipés du **SafeWind**. Ce SDA permet d'avoir un enregistrement continu à 360° autour de l'éolienne et d'avoir des caméras spécialement **dirigées vers le rotor pour détecter les collisions**
- **Vitesses en extrémité de pale (VEP en km/h)** sur chaque vidéo de collision
- Trois espèces de rapaces diurnes étudiées :



**Milan Royal**  
(*Milvus milvus*)



35 collisions

**Faucon crécerelle**  
(*Falco tinnunculus*)



24 collisions

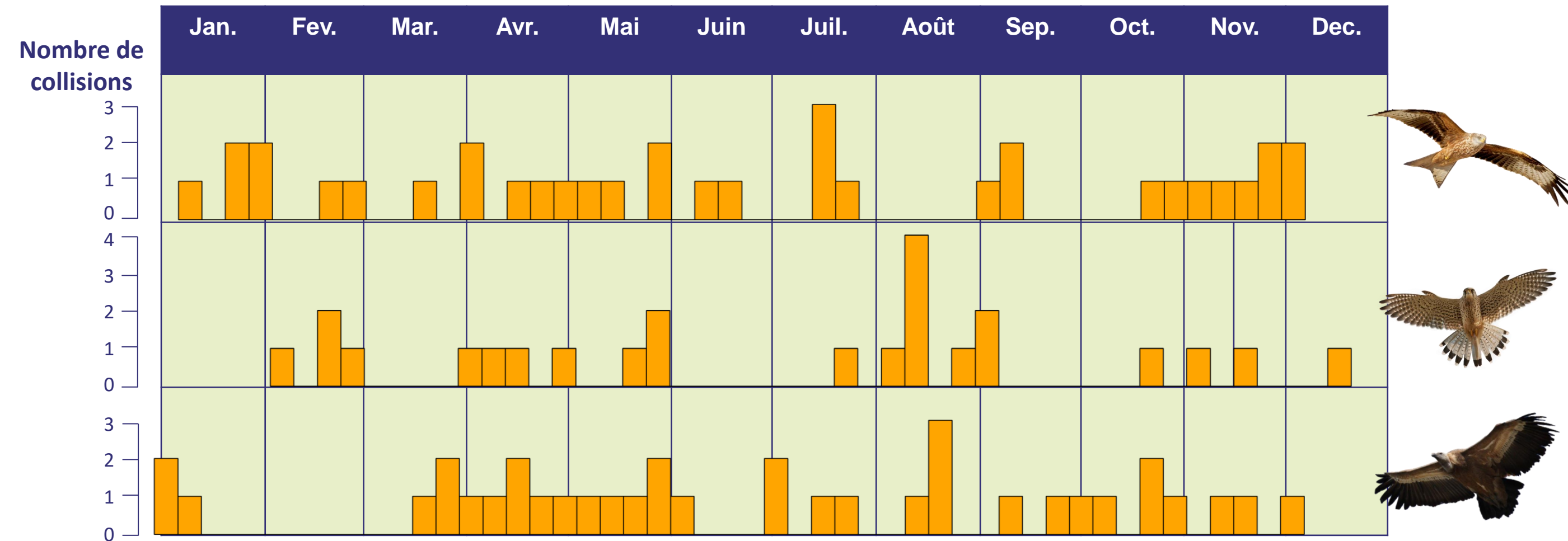
**Vautour fauve**  
(*Gyps fulvus*)



36 collisions

## RESULTATS : Distribution saisonnière des collisions

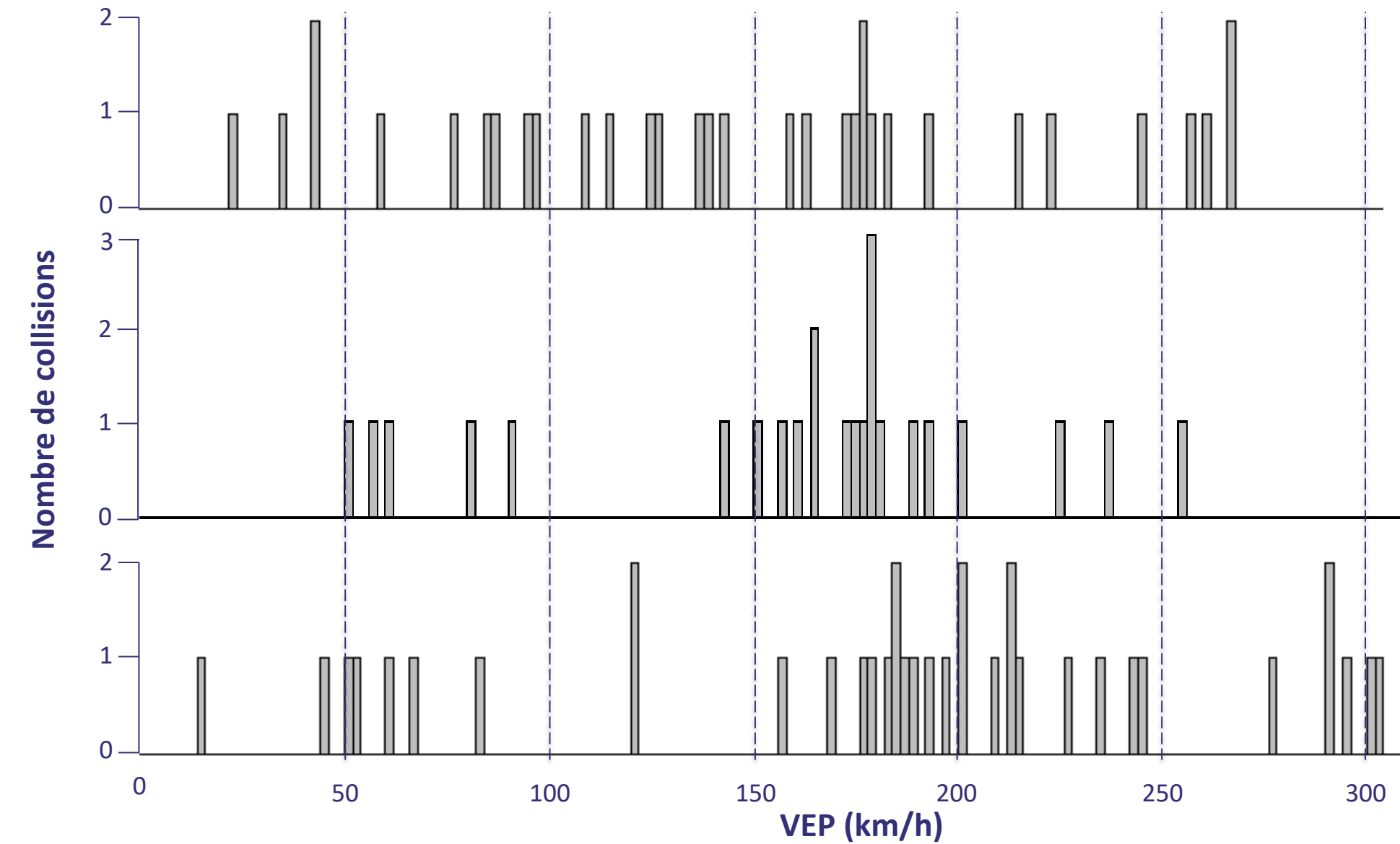
Distribution saisonnière des collisions de 2019 à 2024 regroupées par semaine



⇒ Collisions toute l'année

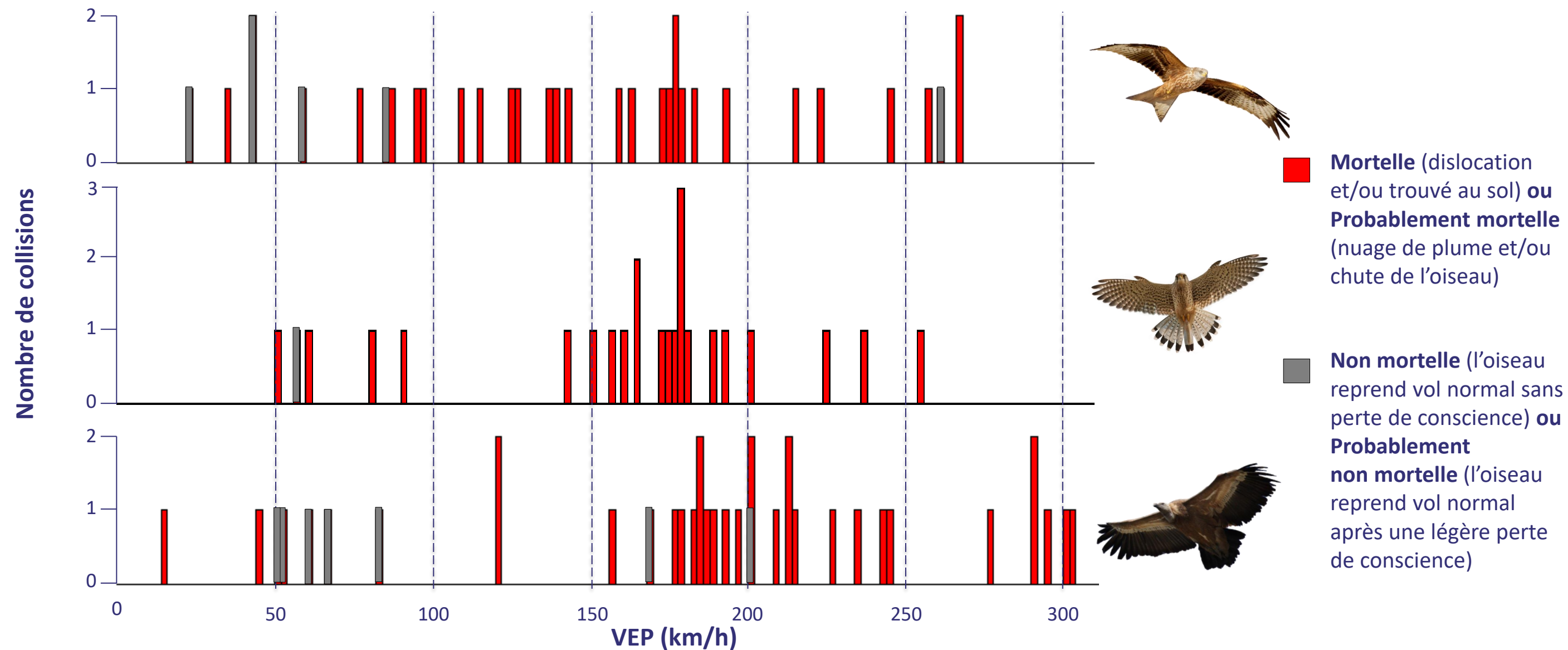
⇒ Davantage de collision au printemps correspondant à la période des parades nuptiales et d'élevage des jeunes<sup>8,9,10</sup>

# RESULTATS : Distribution des collisions en fonction des valeurs des vitesses en extrémité de pale (VEP)





# RESULTATS : Distribution des collisions en fonction des valeurs des vitesses en extrémité de pale (VEP)



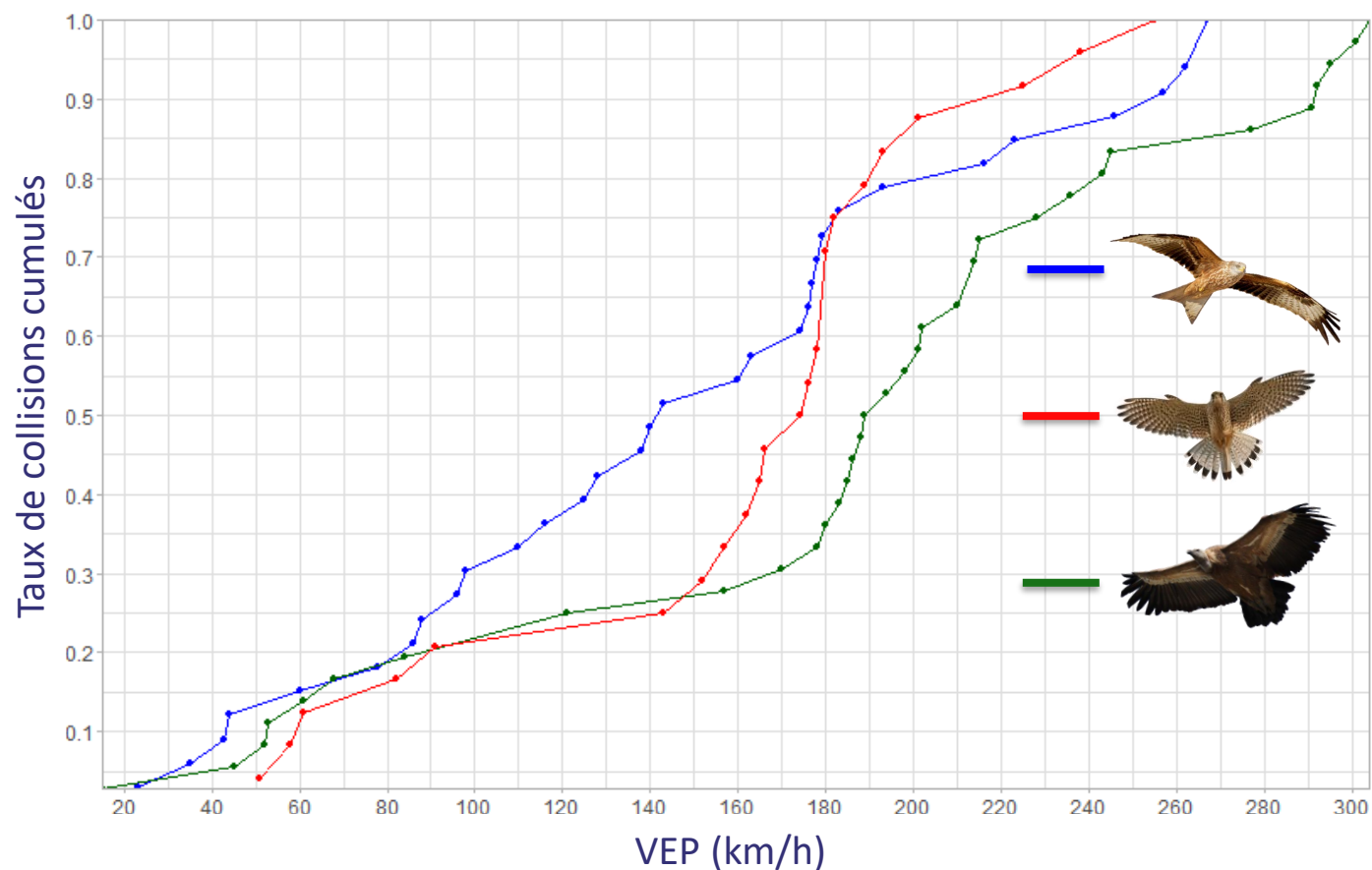
⇒ Total de 79 collisions mortelles ou probablement mortelles et 14 collisions non mortelles ou probablement non mortelles réparties sur toute la plage de vitesse en extrémité de pale

⇒ **Mortalité constatée à faible vitesse** en dessous d'une VEP à 60km/h (Milan royal: 1; Faucon crécerelle: 1; Vautour fauve: 2)

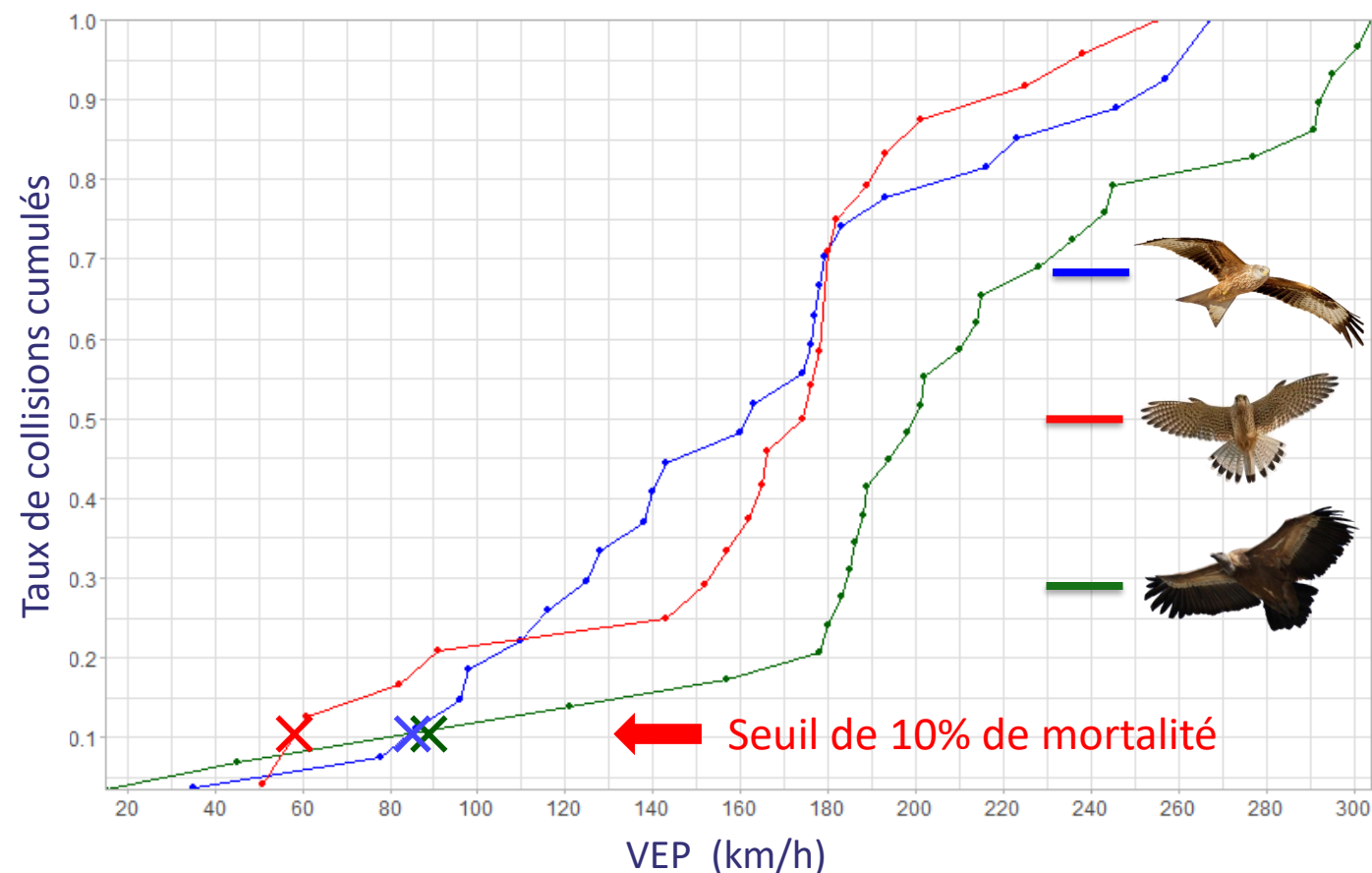


# RESULTATS : Distribution des collisions en fonction des valeurs des vitesses en extrémité de pale (VEP)

Toutes collisions incluses



Seulement collisions mortelles ou probablement mortelles



⇒ Relation **non linéaire** entre le nombre de collisions et les valeurs de VEP

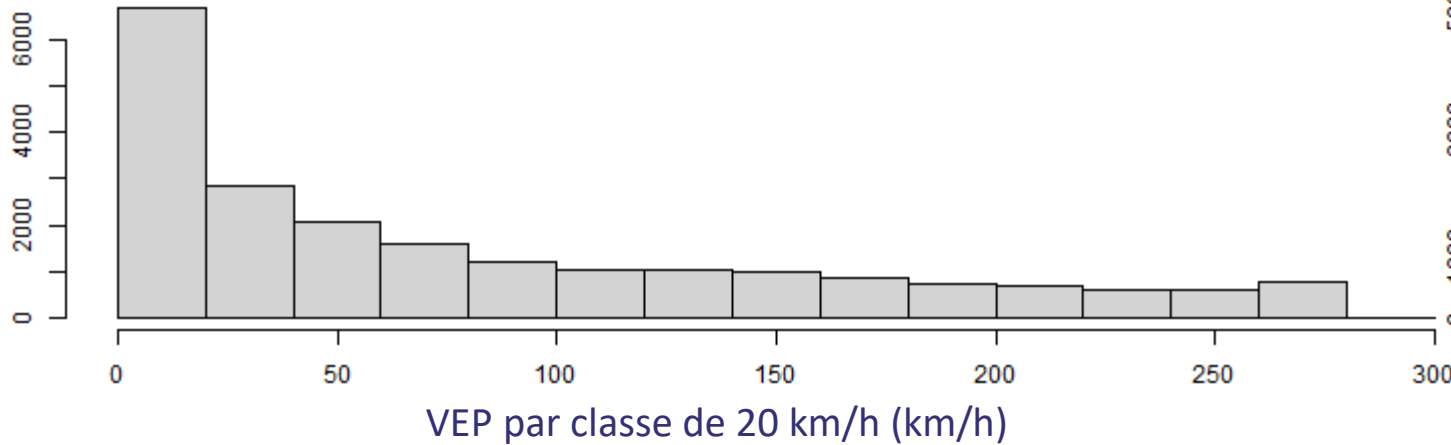
⇒ **90% des collisions mortelles ou probablement mortelles** ont lieu à des vitesses **supérieures à 90 km/h** pour le **Milan royal** et pour le **Vautour fauve**, et à **60 km/h** pour le **Faucon crécerelle**



# RESULTATS : Distribution des vitesses en extrémité de pale (VEP) par éolienne

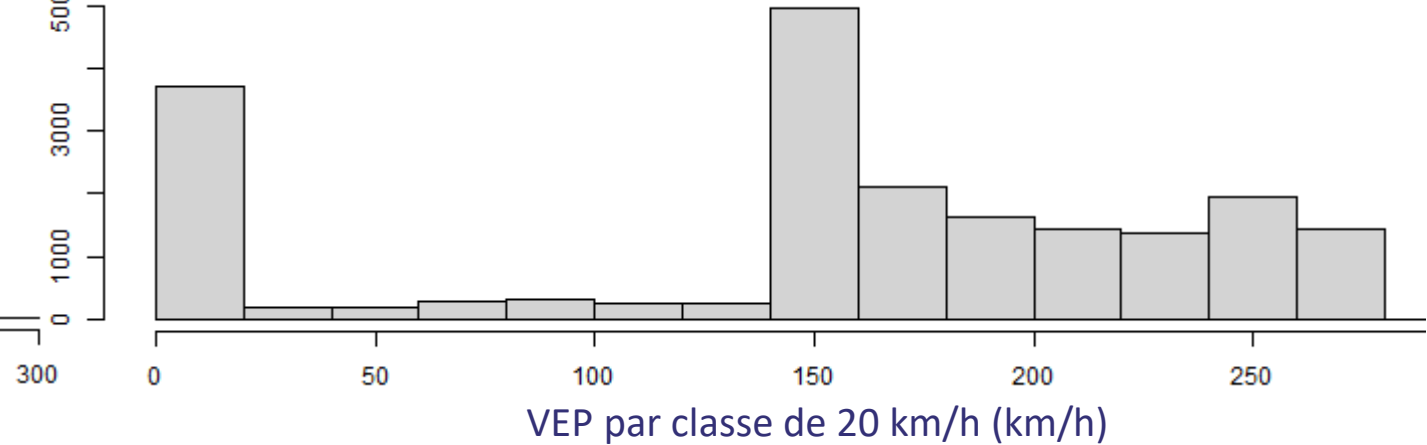
## Eolienne 1 (Lozère): Enercon E82 (1 an)

Nombre d'occurrences  
des VEP



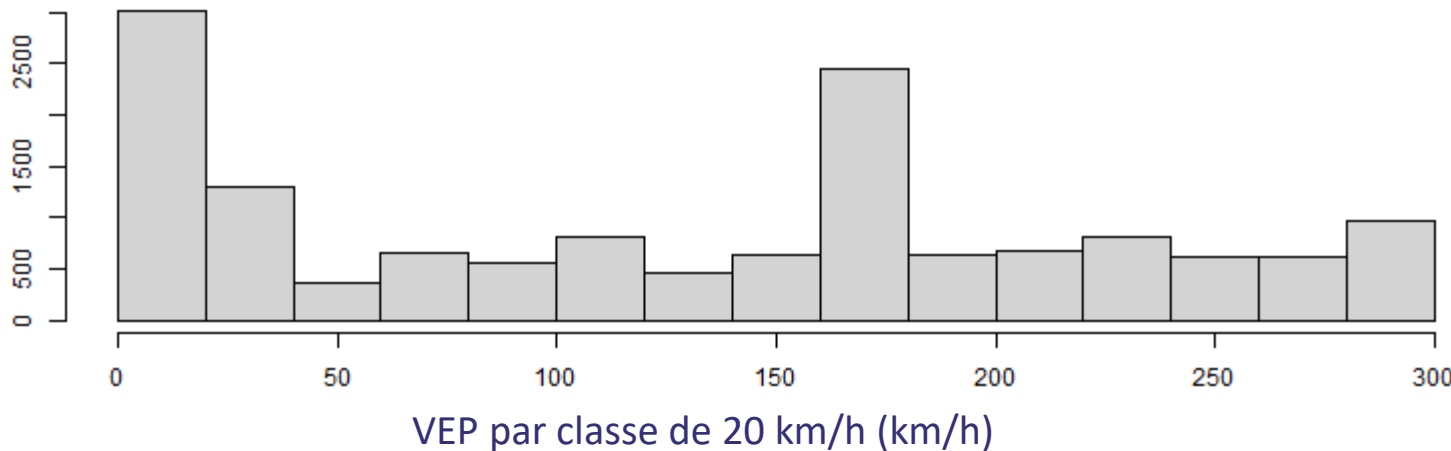
## Eolienne 2 (Finistère): Senvion MM92 (1 an)

Nombre d'occurrences  
des VEP



## Eolienne 3 (Aveyron): Vestas V100 (6 mois)

Nombre d'occurrences  
des VEP



⇒ Variabilité importante en fonction du  
parc éolien et du type d'éolienne

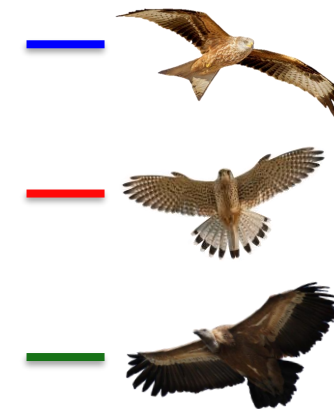
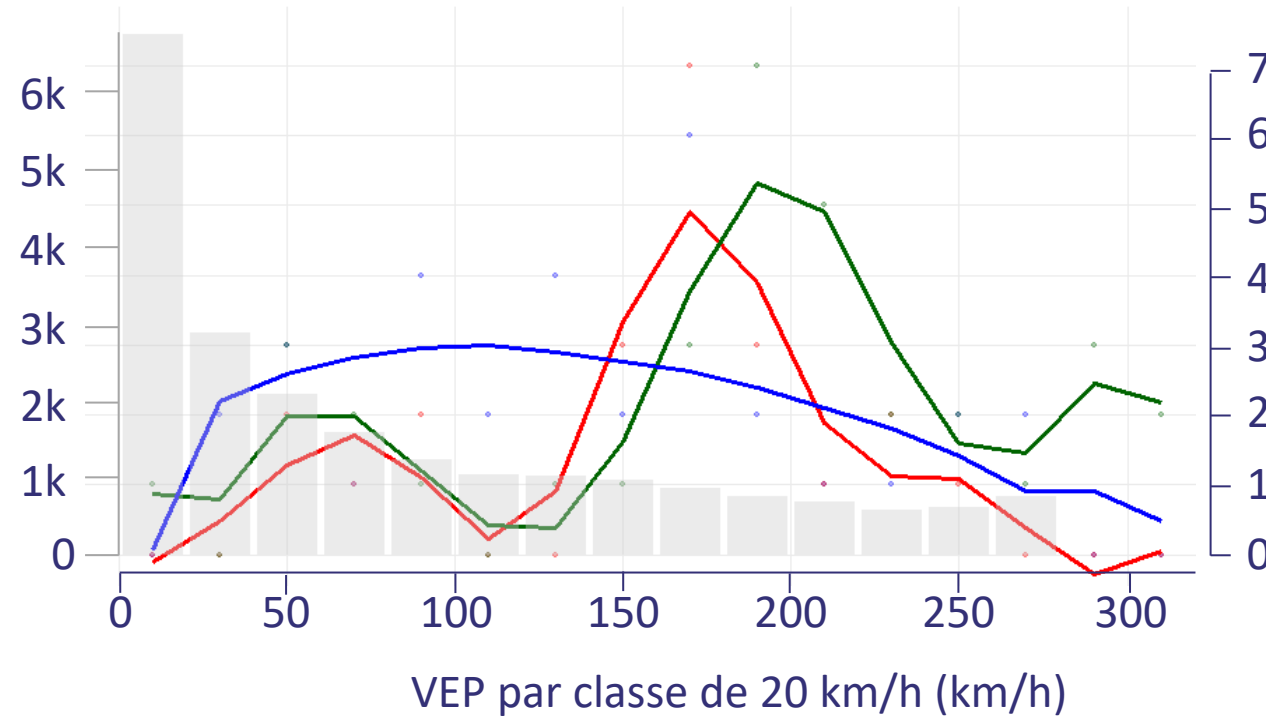


# RESULTATS : Distribution des collisions en fonction des valeurs et des distributions des vitesses en extrémité de pale (VEP)

Eolienne 1 (Lozère): Enercon E82

Nombre d'occurrences  
des VEP

Nombre de  
collisions



**VEP: edf= 1.6; p=0.059**

Nb d'occurrences: edf = 1; p=0.18

**VEP: edf = 6.9; p=0.07**

Nb d'occurrences: edf = 1; p=0.98

**VEP: edf = 6.4; p=0.05**

Nb d'occurrences: edf = 1.5; p=0.70

- ⇒ **Milan royal** : Nombre de collisions tend à suivre les **valeurs des VEP**, indépendamment de leur distribution
- ⇒ **Faucon crécerelle** : Nombre de collisions tend à suivre les **valeurs des VEP**, indépendamment de leur distribution
- ⇒ **Vautour fauve** : Nombre de collision tend à suivre les **valeurs des VEP**, indépendamment de leur distribution

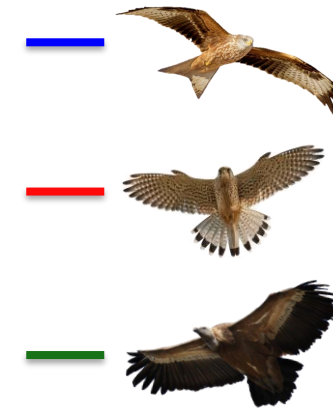
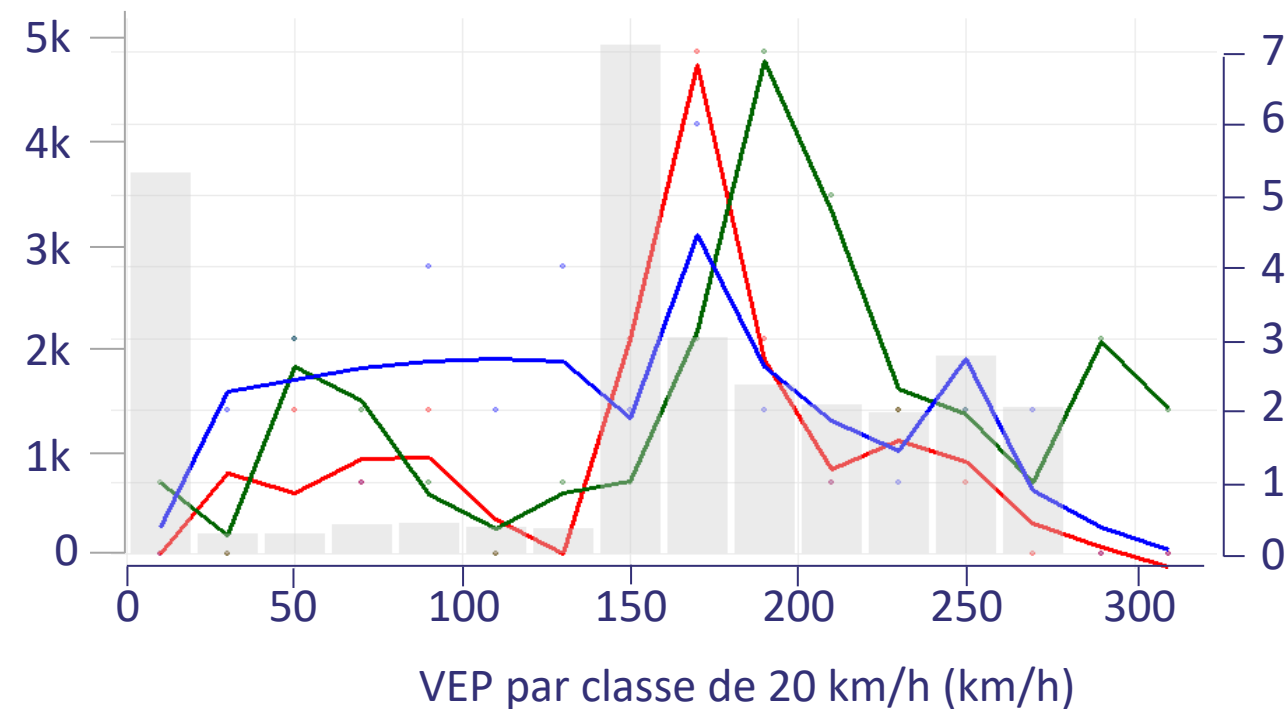


# RESULTATS : Distribution des collisions en fonction des valeurs et des distributions des vitesses en extrémité de pale (VEP)

Eolienne 2 (Finistère) : Senvion MM92

Nombre d'occurrences  
des VEP

Nombre de  
collisions



VEP: edf = 1.7; p=0.18

Nb d'occurences: edf = 4.0; p=0.45

VEP: edf = 1.0 ; p=0.12

**Nb d'occurences: edf = 8.0 ; p<0.05\***

VEP: edf = 6.6; p=0.07

Nb d'occurences: edf = 5.7 ; p=0.14

- ⇒ **Milan royal** : Pas de tendance. Le nombre de collisions ne suit **ni les valeurs des VEP, ni la distribution des VEP**
- ⇒ **Faucon crécerelle** : Nombre de collisions suit significativement **la distribution des VEP** mais pas de leurs valeurs
- ⇒ **Vautour fauve** : Nombre de collisions tend à suivre les valeurs des **VEP**, indépendamment de leur distribution

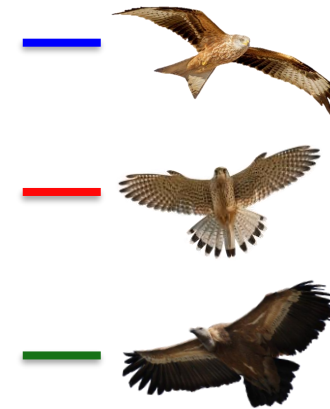
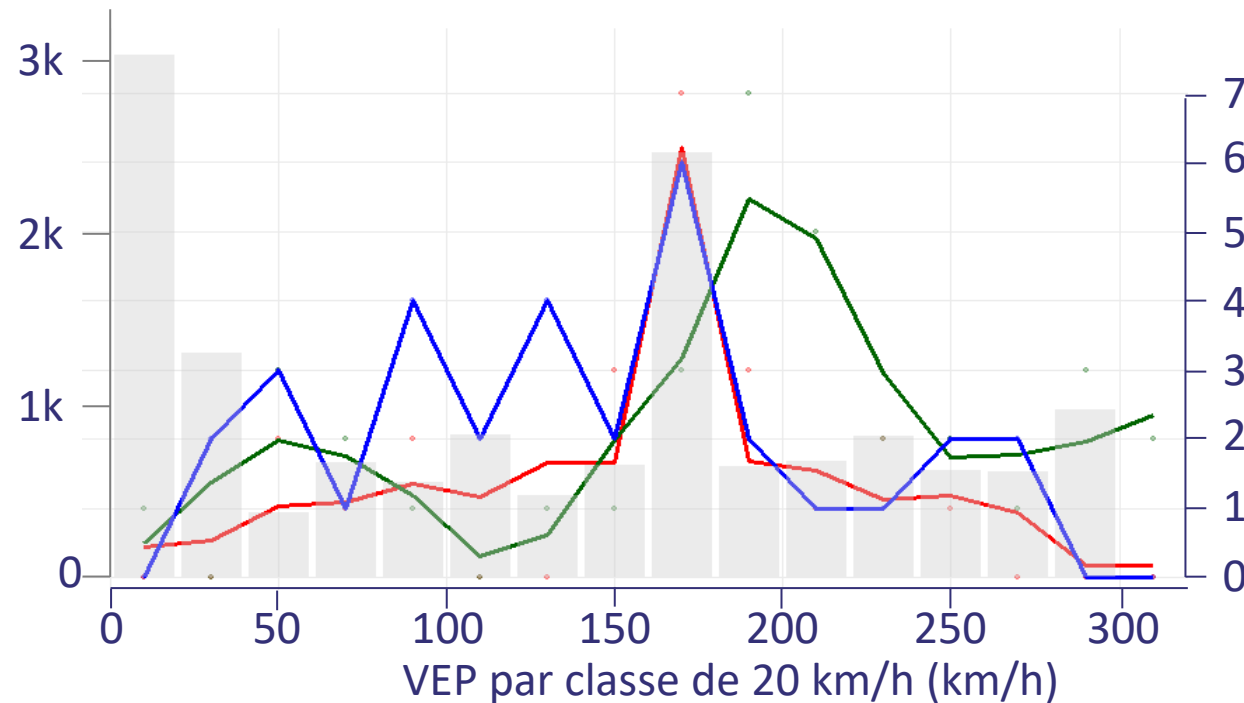


# RESULTATS : Distribution des collisions en fonction des valeurs et des distributions des vitesses en extrémité de pale (VEP)

Eolienne 3 (Aveyron): Vestas V100

Nombre d'occurrences  
des VEP

Nombre de  
collisions



VEP: edf = 6.0;  $p < 0.01^{**}$

Nb d'occurrences: edf = 9.0;  $p < 0.001^{***}$

VEP: edf = 1.7;  $p = 0.39$

Nb d'occurrences: edf = 3.9 ;  $p < 0.05^{*}$

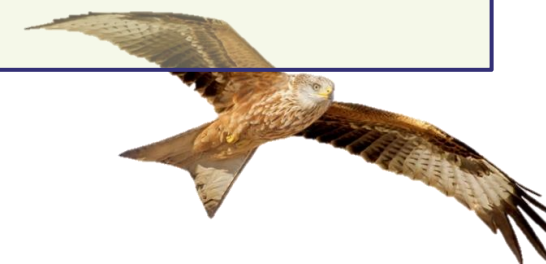
VEP: edf = 6.4;  $p < 0.05^{*}$

Nb d'occurrences: edf = 1.0;  $p = 0.46$

- ⇒ **Milan royal** : Nombre de collisions suit significativement les **valeurs des VEP** et la **distribution des VEP**
- ⇒ **Faucon crécerelle** : Nombre de collision suit significativement **la distribution des VEP** mais pas les **valeurs de VEP**
- ⇒ **Vautour fauve** : Nombre de collision suit significativement **les valeurs des VEP**, indépendamment de leur distribution



- **Résultats contrastés en fonction des espèces :**
  - **Vautour fauve => Nombre de collisions influencé par les valeurs de vitesse** (significatif sur Vestas et tendance sur Enercon et Senvion)
  - **Milan royal => Nombre de collisions influencé à la fois par les valeurs de vitesse et la distribution** (significatif sur Vestas, tendance sur Enercon, pas de tendance sur Senvion)
  - **Faucon crécerelle => Nombre de collisions influencé par la distribution des vitesses et non par leurs valeurs** (significatif sur Senvion et Vestas)
- **Mortalités constatées sur de très basses vitesses de rotation** pour le Milan royal (3RPM), Vautour fauve (1RPM) et Faucon crécerelle (4RPM)\*
- **Seuil de risque différent en fonction des espèces** (90% des collisions mortelles ou probablement mortelles ont lieu à des VEP supérieures à 90 km/h pour le Milan royal et pour le Vautour fauve, et à 60 km/h pour le Faucon crécerelle)



\* Sous estimation possible du nombre de collisions sur les vitesses en dessous de 50 km/h du fait d'un biais de visualisation des vidéos de 0 à 50 km/h



### Est-il utile d'arrêter/ralentir les éoliennes pour réduire le risque de collision?

- ➡ Vautour fauve: oui seuil VEP moins accidentogène à 90km/h
- ➡ Milan royal: probablement oui seuil de VEP moins accidentogène à 90km/h
- ➡ Faucon crécerelle: possiblement non

### Comment gérer les collisions sur les très basses vitesses de rotation ?

- Effarouchement acoustique ?
- Accepter une mortalité incompressible, la mesurer et la compenser ?

➡ **Nécessité de documenter le comportement des oiseaux<sup>2,12</sup> et les collisions via les SDA**

### **Travaux en cours sur les facteurs intrinsèques et environnementaux favorisant ou non les collisions:**

- Analyse des comportements de vol autour des éoliennes (interactions entre individus, orientation des vols...)
- Analyse des trajectoires (effet attractif des turbulences en arrière des rotors ?) et des vitesses de vol
- Analyse des conditions météorologiques, de l'occupation du sol, activités anthropiques...

<sup>12</sup>Gémard et al., (2025). Data from: Towards a better understanding of avian collisions in wind energy facilities using automatic detection systems [Dataset]. Dryad.

<sup>2</sup>Gémard et al., 2024. Identifier les conditions augmentant le risque de collision d'oiseaux dans les parcs éoliens : synthèse des connaissances et recommandations méthodologiques. MSH SUD. 2024, pp.19. Projet mape









# Merci de votre attention

Contact :

[l.barluetdebeauchesne@biodiv-wind.com](mailto:l.barluetdebeauchesne@biodiv-wind.com)

[hp.roche@biodiv-wind.com](mailto:hp.roche@biodiv-wind.com)

Site internet:

<https://www.biodiv-wind.com>