

Programme MAPE

« (Réduction de la) Mortalité Aviaire dans les Parcs Éoliens en exploitation »

Constance BLARY, Thierry CHAMBERT, Alexandre CORBEAU,
Sophie DUPONT, Julie FLUHR

Coordination : Aurélien BESNARD & Olivier DURIEZ

Animation processus concertation : Manuela VIEIRA-PAK

aurelien.besnard@cefe.cnrs.fr olivier.duriez@cefe.cnrs.fr

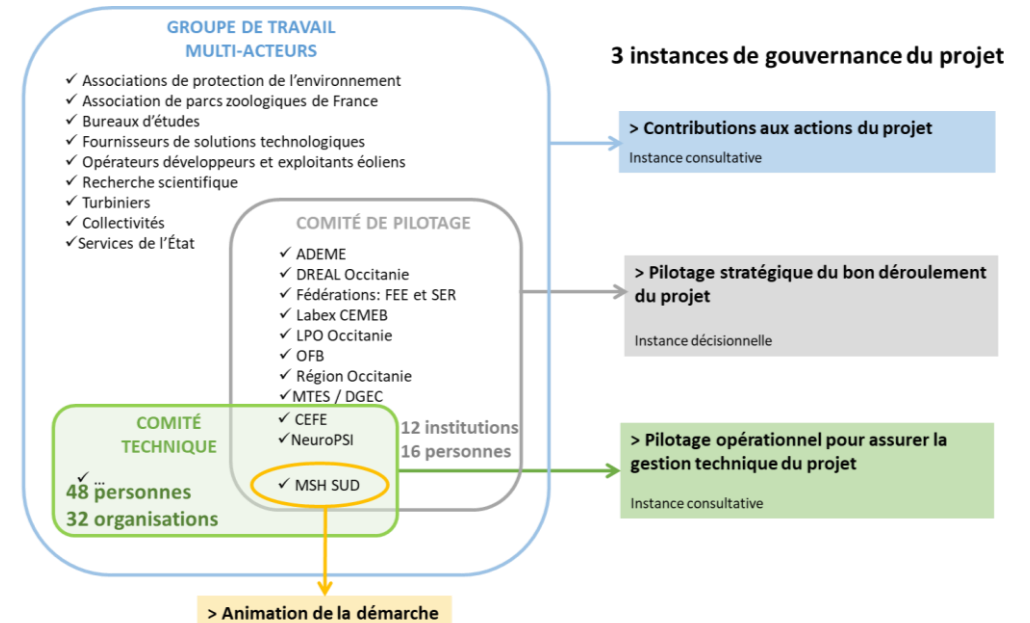
Objectif du programme MAPE

Produire de la **connaissance scientifique** et des **outils** pour aider à réduire la mortalité des oiseaux dans les parcs éoliens terrestres

Projet de recherche Collaborative

- Recherche académique
- Agences gouvernementales
- Autorités régionales
- Associations de protection de la nature
- Secteur privé (filrière éolienne)
- Bureaux d'étude d'impact

97 organisations
173 participants



Coordination et médiation par une entité neutre: MSH-SUD*

*MSH = institution académique qui promeut la **science pour la société**

Organisation des work packages

Recherche

WP1 : Causes de mortalité dans les éoliennes (début en 2022)

WP2 : évaluer l'impact des collisions sur les populations

WP3 : informer pour améliorer les solutions de reduction de mortalité

Protocole

WP4 : Evaluation des systèmes de detection-reaction

mediation

WP5 : accompagnement, mediation

WP2 : Impact des mortalités sur les populations

Thierry Chambert (Post-doc)

Actuellement l'impact est quantifié uniquement sur la base du nombre de mortalités...

En moyenne 7 cadavres par an par éolienne (LPO 2017)

...mais dépend de la taille de la population, de sa tendance, et de la stratégie de l'espèce



WP2 : Impact des mortalités sur les populations



Espèce à croissance rapide
>0.5 millions couples

Fort potentiel reproducteur

- Reproduction « précoce »
- Fécondité élevée

Survie (naturelle) « basse »

Potentiel de croissance démographique



Espèce à croissance lente
~600 couples

Faible potentiel reproducteur

- Reproduction « tardive »
- Fécondité basse

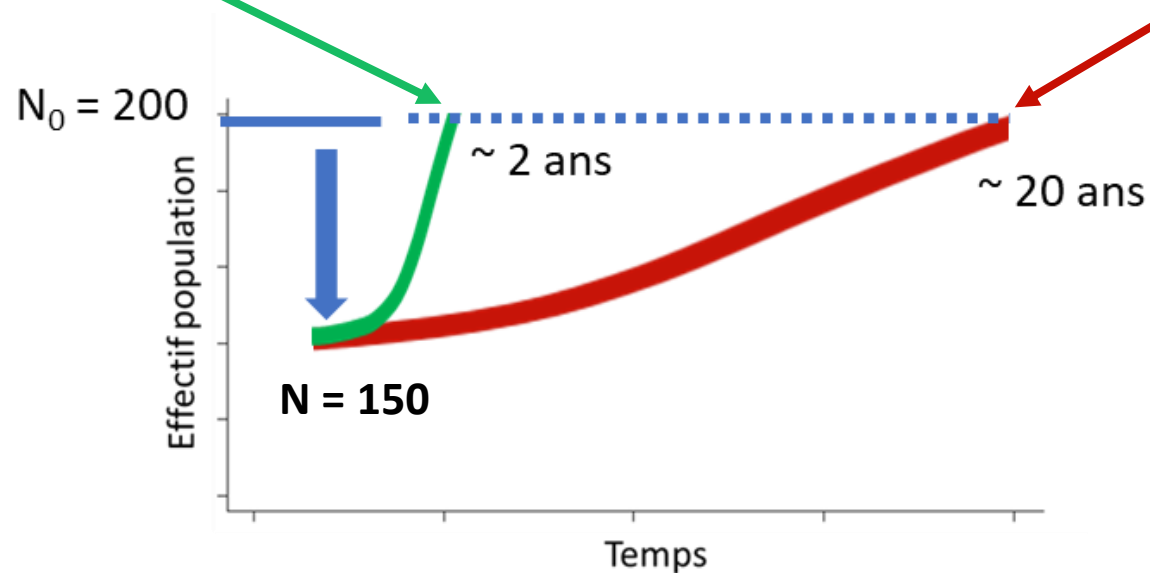
Survie élevée



WP2 : Impact des mortalités sur les populations



Potentiel de croissance démographique



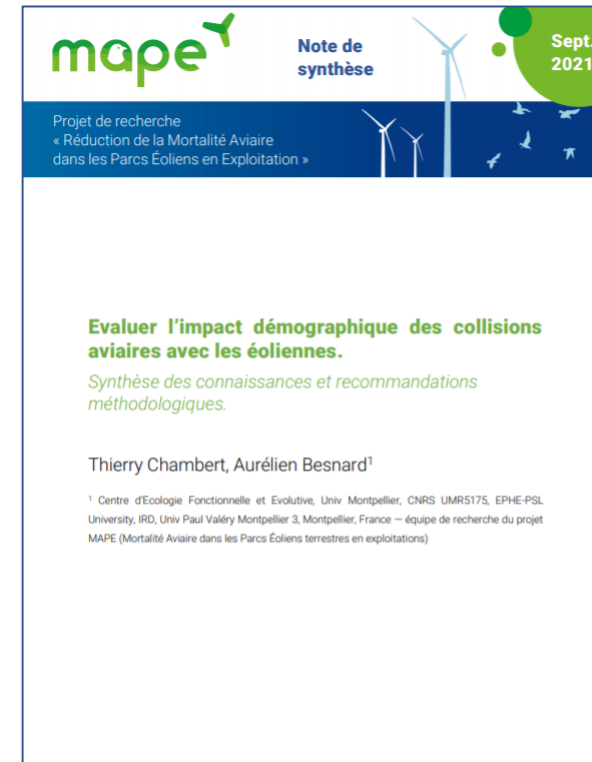
WP2 : Impact des mortalités sur les populations

Etat de l'art sur la question



Note de synthèse

<https://mape.cnrs.fr/fr/valorisation-scientifique>



WP2 : Impact des mortalités sur les populations

Etat de l'art sur la question



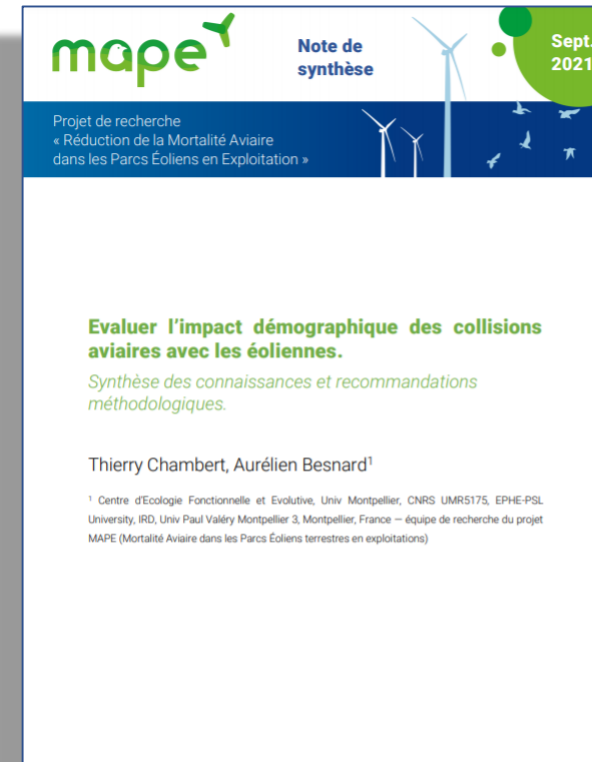
Note de synthèse

<https://mape.cnrs.fr/fr/valorisation-scientifique>

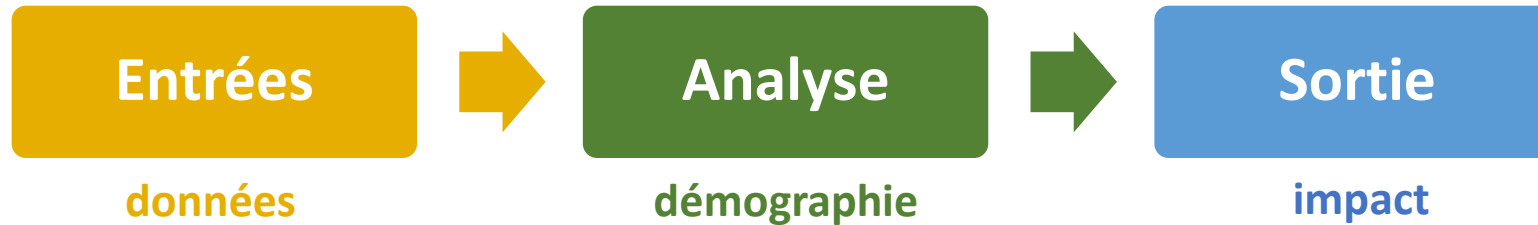
Nécessité d'utiliser des outils mathématiques nommés “modèles démographiques”

Couramment utilisés par les chercheurs, mais complexes pour des non-modélisateurs

Objectif WP2 : développer la **méthode** et un **outil** (application web) à destination des parties-prenantes (Bureaux d'étude, DREAL, ONG)



WP2: Outil démographique *eolpop*

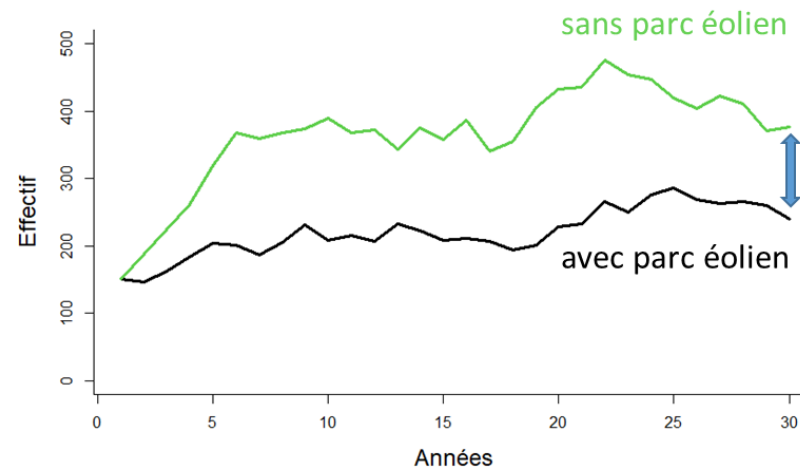


Mortalités (collisions)

Effectif population

Tendance population

Paramètres démographiques



Différence relative
taille de population
après 30 ans

WP2: Outil démographique *eolpop*

EolPop : Impact démographique des collisions aviaires avec les éoliennes

<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eolpop/>

Choix d'analyse et espèce

Type d'analyse ?

- ☒ Impacts non cumulés
- ☐ Impacts cumulés
- ☐ Scénarios hypothétiques

Sélectionner une espèce ?

Aigle de Bonelli ▼

Distances de dispersion ?

Distance moyenne de dispersion : 37.1 km

Seuil de distance équiv. 3% de dispersion : 130.1 km
Seuil de distance équiv. 5% de dispersion : 111.1 km
Seuil de distance équiv. 10% de dispersion : 85.4 km

Paramètres démographiques ?

	Survie	Fécondité
Age 0	0.55	0
Age 1	0.62	0
Age 2	0.62	0.19
Age 3	0.84	0.49
Age 4	0.9	0.49

Modifier les paramètres démographiques

Taux de croissance intrinsèque ?

Croissance : 0.3% par an

* Les valeurs marquées d'une astérisque ne sont pas issues de la littérature. Elles ont été inférées à partir des autres valeurs de paramètres. Il y a donc plus d'incertitude quant à leur exactitude.

Saisie des paramètres ?

Mortalités annuelles

Taille de la population

Taux de croissance

Capacité de charge

Cas d'étude: Vautour Moine

3 noyaux de population:

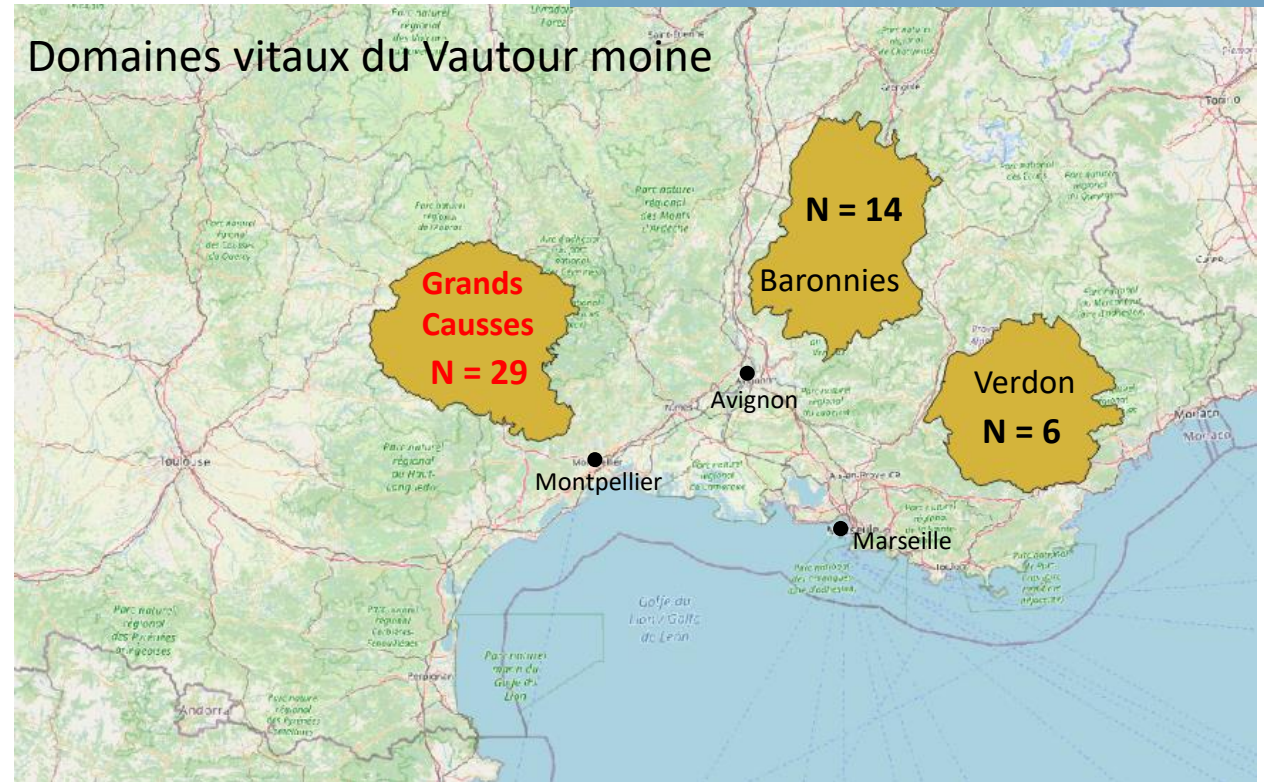
Grands Causses : réintroduit depuis 1992
29 couples

Baronnies : réintroduit depuis 2004
14 couples

Gorges du Verdon : réintroduit depuis 2005
6 couples

Tendance : +14% par an

Intervalle : 12 – 16%



Cas d'étude: Vautour Moine

Mortalités

Un seul cas de collision (éolienne) connu en France :
14 janvier 2020, Parc éolien de Bernagues (Hérault).

Tester 8 scénarios :

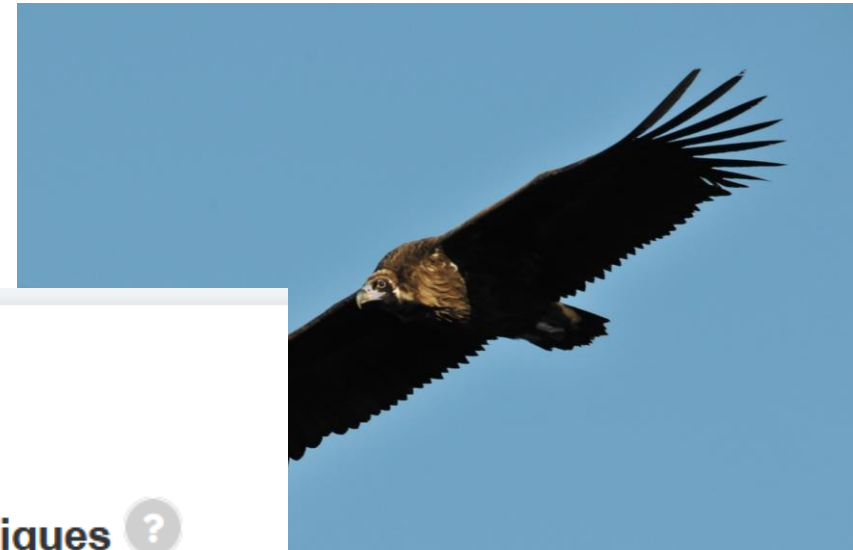
1 mortalité / 5 ans

1 mortalité / 2 ans

1, 2, 3, 4, 5, 6 mortalités / an



Cas d'étude: Vautour Moine



Choix d'analyse et espèce

Type d'analyse ?

- ☐ Impacts non cumulés
- ☐ Impacts cumulés
- ☒ Scénarios hypothétiques

Sélectionner une espèce ?

Vautour moine

Distances de dispersion ?

Distance moyenne de dispersion : 25.4 km

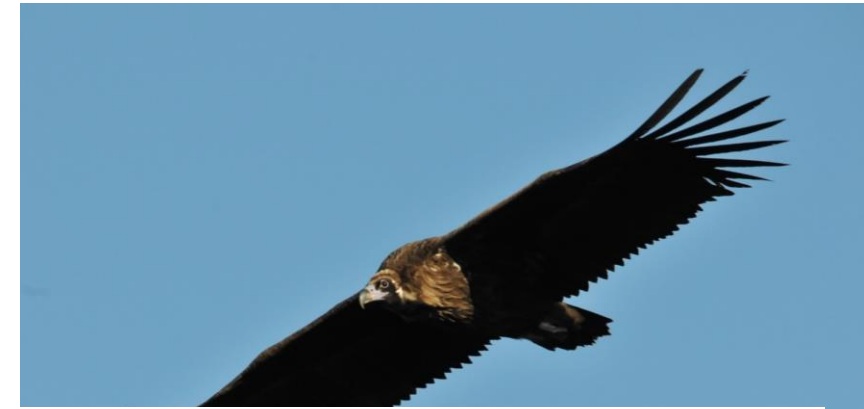
Paramètres démographiques ?

	Survie	Fécondité
Age 0	0.82	0.00
Age 1	0.84	0.00
Age 2	0.84	0.00
Age 3	0.84	0.26
Age 4	0.84	0.26
Age 5	0.93	0.27

Taux de croissance intrinsèque ?

Croissance : 5% par an

Cas d'étude: Vautour Moine



Saisie des paramètres ?

Mortalités annuelles

Unité

- ☒ Nombre de mortalités
☐ Taux de mortalité (%)

Saisir chaque valeur de mortalité
(séparer par un espace)

0,2 0,5 1 2 3 4 5 6

Distribution paramètres

Impact population

Nombre d'années

30

Nombre de simulations

100

Lancer l'analyse

0

Capacité de charge

Capacité de charge

Nombre de couples

Type de saisie

- ☒ Intervalle
☐ Valeur
☐ Elicitation d'expert
☐ Absence de K

Borne inférieure (capacité de charge)

50

Borne supérieure (capacité de charge)

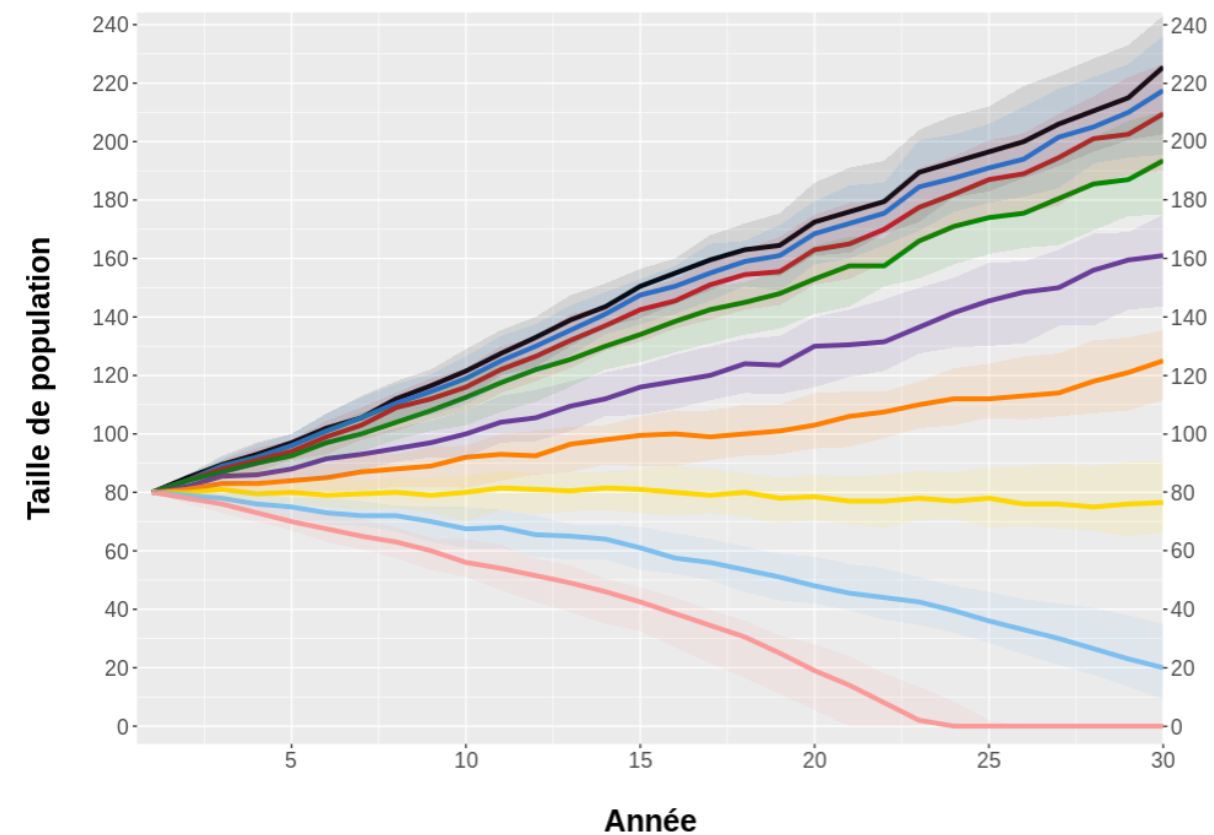
200

Cas d'étude: Vautour Moine



Classes d'âge à inclure sur le graphe

☒ Tous âges sauf juvéniles ☐ Tous âges, y compris juvéniles ☐ Nombre de couples

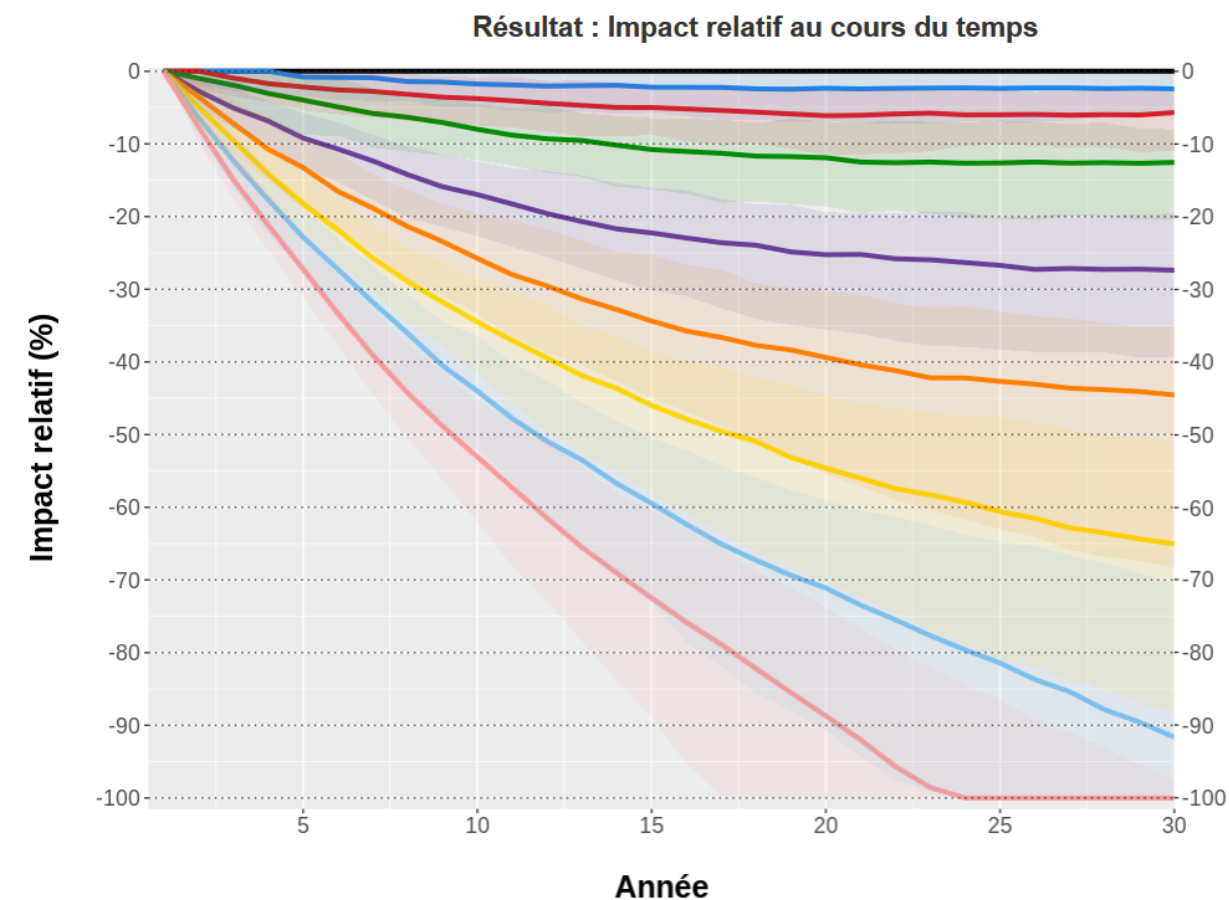


Impact global estimé au bout de 30 ans

	Impact	IC (min)	IC (max)	Prob. extinction
0 mort	2%	0%	6%	0%
1 / 5 ans	6%	3%	11%	0%
1 / 2 ans	13%	8%	20%	0%
1 / an	27%	20%	39%	0%
2 / an	45%	35%	68%	0%
3 / an	65%	51%	88%	0%
4 / an	92%	70%	100%	26%
5 / an	100%	98%	100%	95%
6 / an				

Cas d'étude: Vautour Moine

Application très flexible, simple d'utilisation
Adaptable à d'autres sources de mortalité (tir, poison...)



Impact global estimé au bout de 30 ans

	Impact	IC (min)	IC (max)	Prob. extinction
0 mort	2%	0%	6%	0%
1 / 5 ans	6%	3%	11%	0%
1 / 2 ans	13%	8%	20%	0%
1 / an	27%	20%	39%	0%
2 / an	45%	35%	68%	0%
3 / an	65%	51%	88%	0%
4 / an	92%	70%	100%	26%
5 / an	100%	98%	100%	95%
6 / an	100%	98%	100%	95%

WP3 : à quelle distance faut-il détecter les oiseaux pour éviter les collisions?

Julie Fluhr (Post-doc)



Distance détection minimale = **Durée d'arrêt de la turbine** * vitesse de vol

1. Besoin de connaître le temps d'arrêt des turbines

- Rarement disponible

2. Vitesse de vol pour les espèces à enjeu

- Disséminé dans diverses publications / difficile à évaluer sur le terrain

➔ **Création d'une application web: calcul de distances minimales de détection pour les espèces à enjeu**

Utilisateurs: Bureaux d'études d'impact, fournisseurs de systèmes de détection/réaction, turbinier, agences gouvernementales

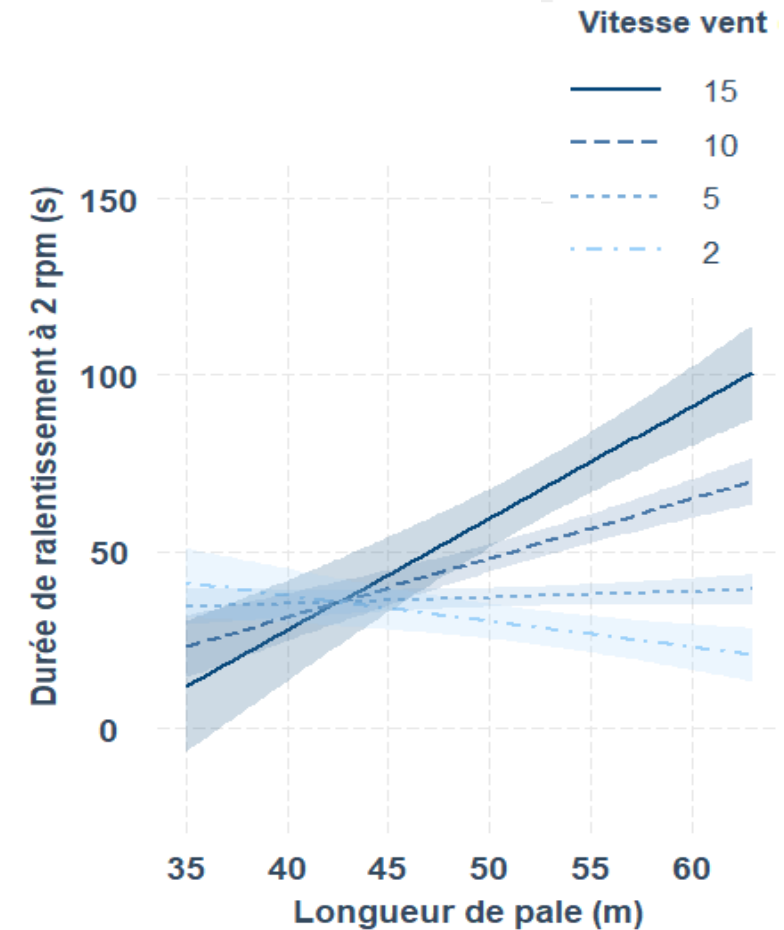
WP3 : Temps d'arrêt des turbines



Tests expérimentaux: enregistrements d'arrêts de turbines

Temps moyen pour atteindre 2 rpm: 38.8 ± 14.5 s (max 65 s)

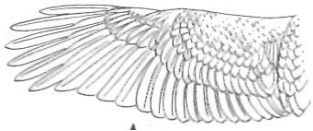
Dépend d'une interaction entre type de machine, longueur de pale et vitesse initiale de vent



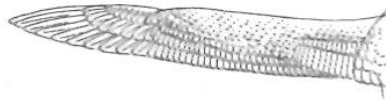
WP3 : Vitesse de vol des oiseaux

Morphologie & type de vol

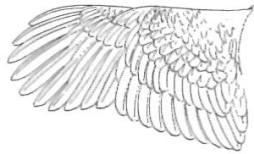
Slotted High-Lift Wing



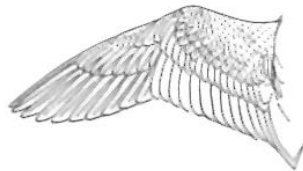
High-Aspect-Ratio Wing



Elliptical Wing



High-Speed Wing



Conditions environnementales



Vitesse et direction du vent

Topographie

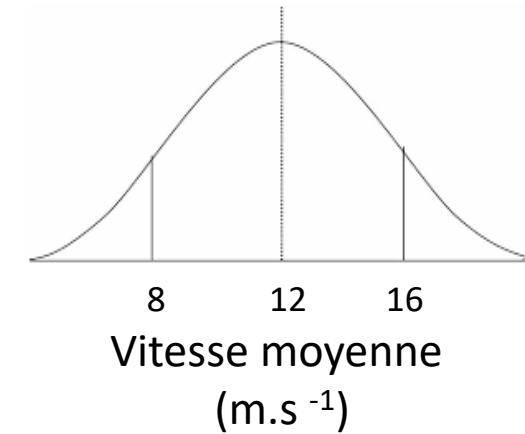
Motivation, contexte

Vol local

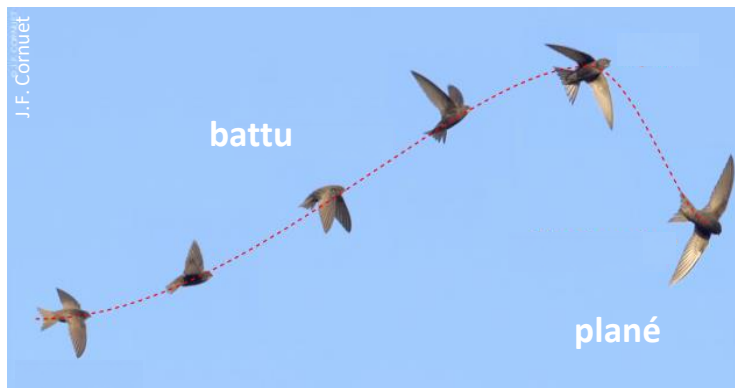


Steve Herring (cc by-nd)

Vol migratoire



Grande variabilité des vitesses de vol intra- et inter-spécifique

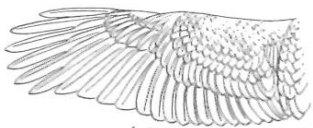


WP3 : Vitesse de vol des oiseaux



Morphologie & t

Slotted High-Lift Wing



Elliptical Wing



J.F. Cornuet

battu



Note de
synthèse

Mai
2021

Projet de recherche
« Réduction de la Mortalité Aviaire
dans les Parcs Éoliens en Exploitation »

**Déterminer les distances de détection minimales
des oiseaux pour réduire les risques de collision
avec les installations éoliennes :**

*Synthèse des connaissances relatives au vol et aux
vitesses de vol des oiseaux.*

Julie Fluhr, Olivier Duriez¹

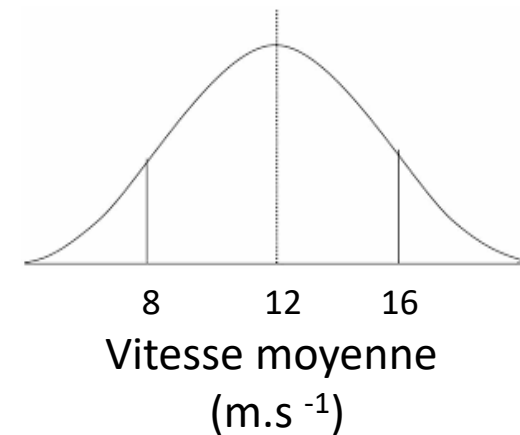
¹ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Univ. Montpellier, CNRS UMR5175, EPHE-PSL
University, IRD, Univ. Paul Valéry Montpellier 3, Montpellier, France — équipe de recherche du projet
MAPE (Mortalité Aviaire dans les Parcs Éoliens terrestres en exploitations)

Contexte

Local

Herring (cc by-nd)

ire



**Grande variabilité
des vitesses de vol
intra- et inter-
spécifique**

Note technique d'information

<https://mape.cnrs.fr/fr/valorisation-scientifique>

WP3 : Vitesse de vol des oiseaux

- **Revue de la littérature des valeurs publiées**
 - 145 espèces enregistrées par radar / ornithodolite / télémétrie (GPS / VHF)
 - Principalement en migration
- **Analyse de données non publiées issues de télémétrie GPS**
 - 24 espèces (principalement contexte local + migration)
- **Analyse de vitesses de vol théoriques**
 - 17 espèces, calculées selon biométrie (masse, envergure, surface ailes)
 - Modèles aérodynamiques de Pennycuik 2008



Base de données de vitesses de vol pour 163 espèces

Application web : *EolDist*



EolDist

Outil EolDist

À Propos

<https://shiny.cefe.cnrs.fr/eoldist/>

Calcul des distances de détection

Entrée des données aviaires

Sélectionner une espèce:

Vautour fauve (Gyps fulvus)

Contexte de vol ?

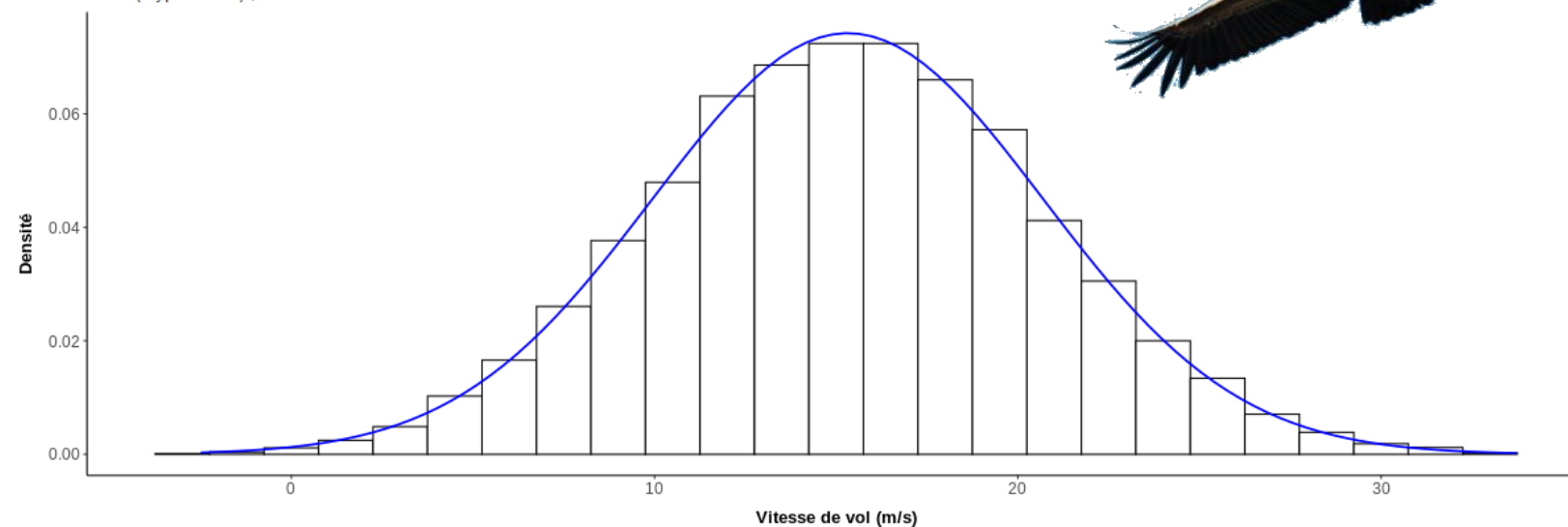
☐ Migration

☒ Local



Gamme des vitesses de vol de l'espèce

Vautour fauve (Gyps fulvus) , Local



Source des données:

Radar VHF GPS

Vitesse moyenne $\pm$ écart-type (m/s)

15.3 $\pm$ 5.4

Vitesse de vol

Application web : *EolDist*



Entrée des données éoliennes

Type de machine:

- ☐ Synchron
☒ Asynchrone

Longueur de pale (m): ?

40

Vitesse de vent moyenne (m/s) :

- ☐ 5
☒ 10
☐ 15

Vitesse de rotation seuil souhaitée (rpm) : ?

3

Durée de ralentissement du rotor (s) : ?

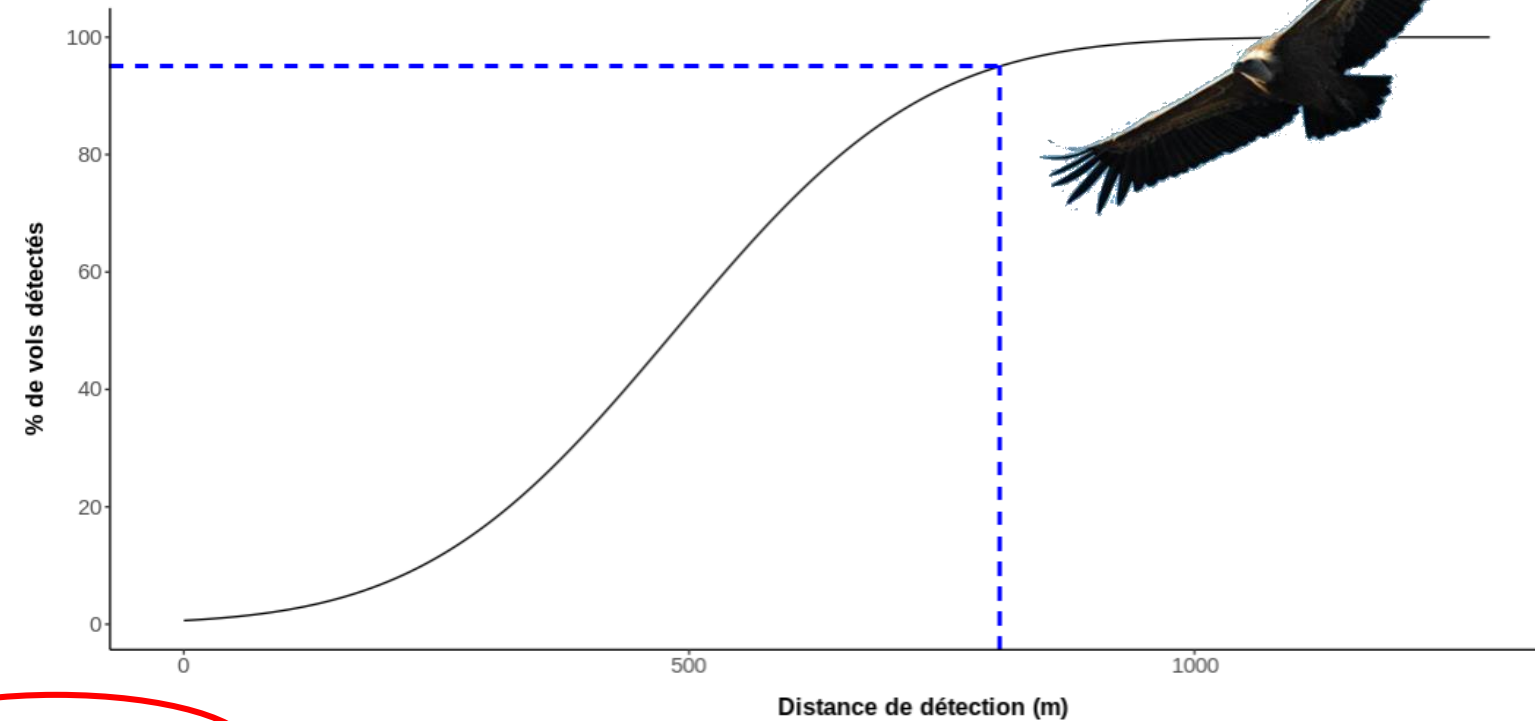
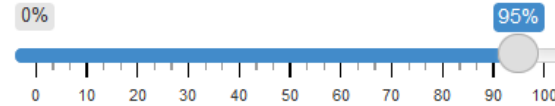
27.06 ± 2.86

Temps d'arrêt

Distance de détection de l'espèce

Vautour fauve (Gyps fulvus) , Vitesse de rotation seuil : 3 rpm

% des vols détectés



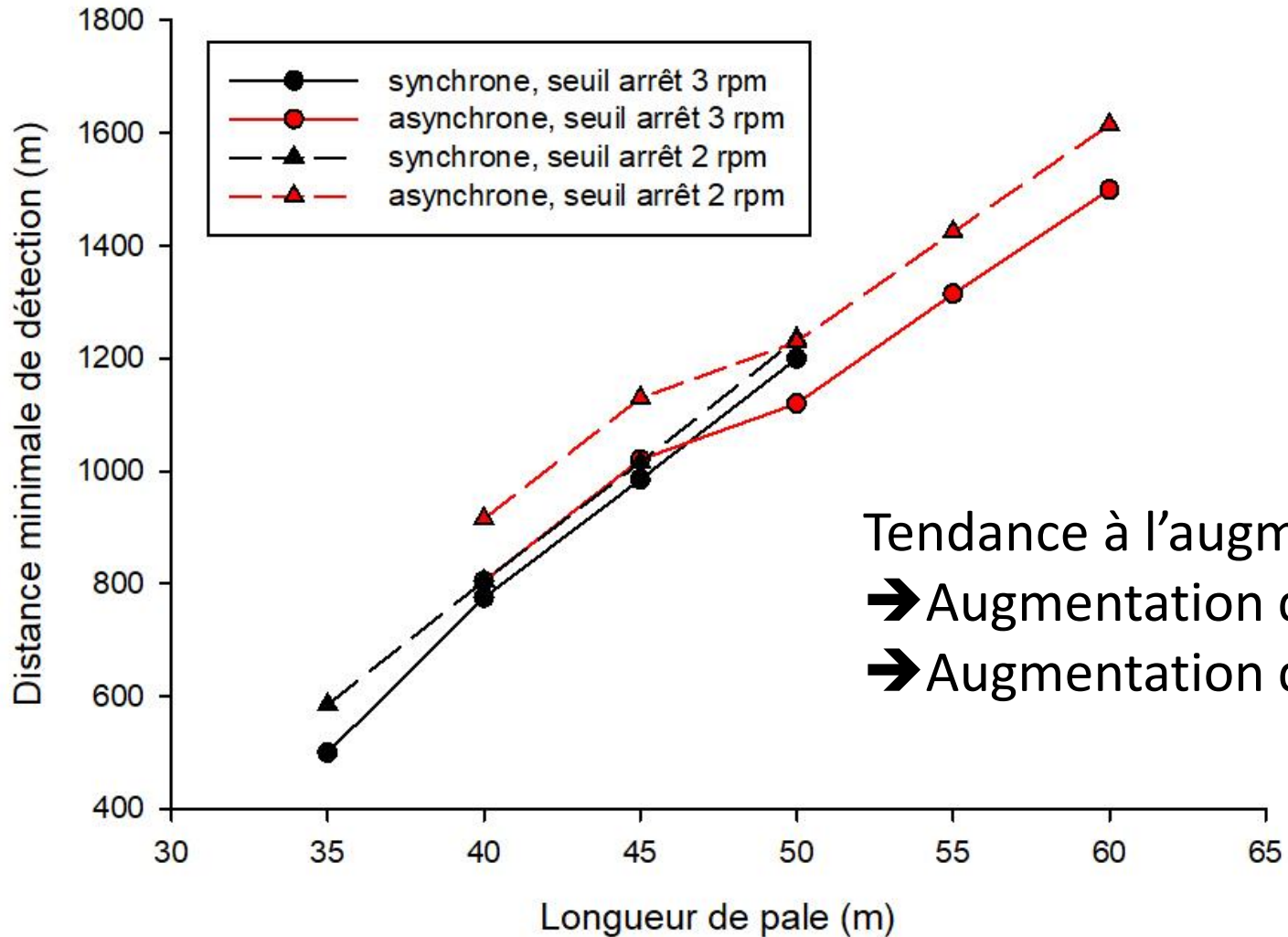
Distance de détection minimale (m):
805

Distance de détection

Application web : *EolDist*



vautour fauve, vent de 10 m/s, seuil 95%



Tendance à l'augmentation de la longueur des pales
→ Augmentation du temps d'arrêt
→ Augmentation de la distance minimale de détection



WP3 : Perception des éoliennes par les oiseaux

Constance Blary (thèse)



Aujourd'hui éviter les collisions : bridage des éoliennes → perte de production

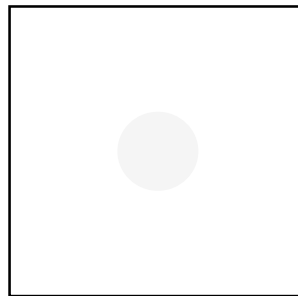
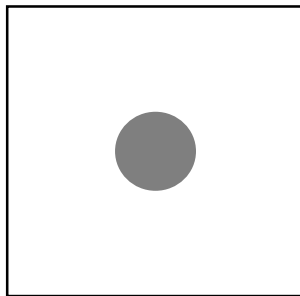
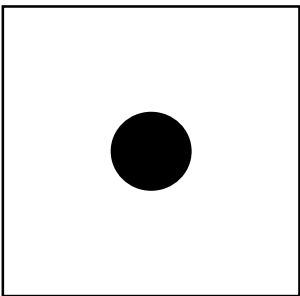
Alternative : construire des éoliennes que les oiseaux éviteraient



Pourquoi étudier la sensibilité au contraste des oiseaux? mape^y

Les oiseaux semblent avoir une sensibilité aux contrastes relativement faible comparé aux humains...

...Comment voient-ils les éoliennes?



Sensibilité au contraste: capacité à percevoir la différence de luminosité entre deux objets

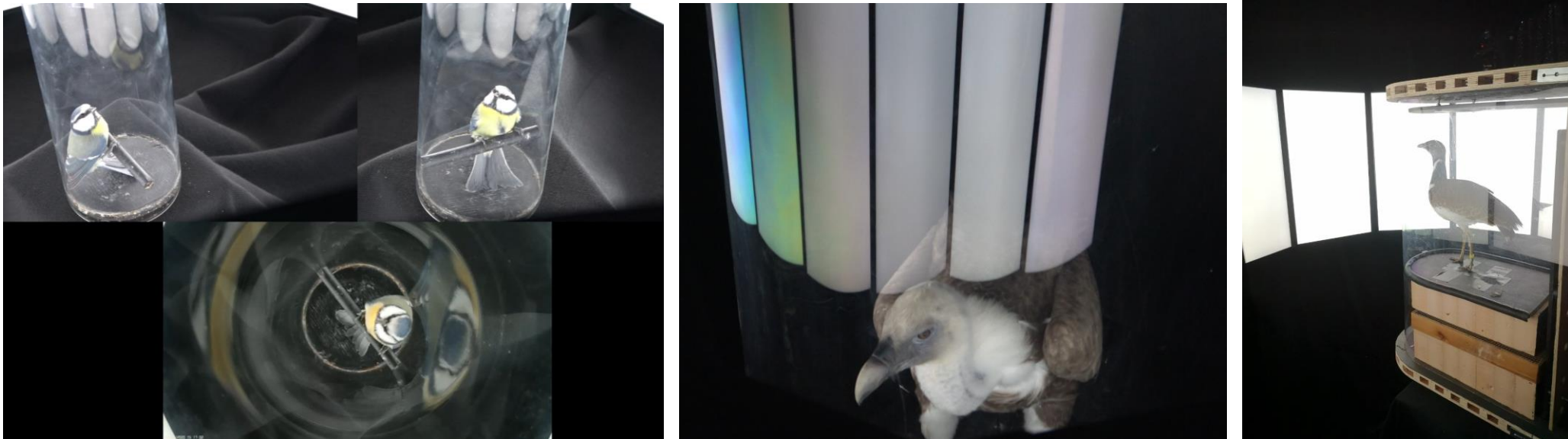
Pourquoi étudier la sensibilité au contraste des oiseaux? mapeY

Les oiseaux semblent avoir une sensibilité aux contrastes relativement faible comparé aux humains...

...Comment voient-ils les éoliennes?

Quelques espèces (<15) selon différentes méthodes

- ➔ Mesures expérimentales de la sensibilité au contraste sur 34 nouvelles espèces
- ➔ Implication de 6 parcs zoologiques et 2 laboratoires CNRS



Protocole: réflexe optomoteur

- 1 vitesse angulaire (AV) par espèce



- 5-7 fréquence spatiale (SF) par espèce



- 129 niveaux de contraste testables



- 1-10 individus par espèce



Protocole: réflexe optomoteur

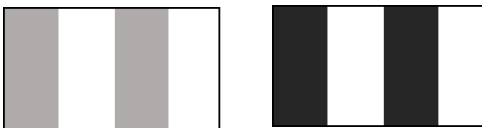
- 1 vitesse angulaire (AV) par espèce



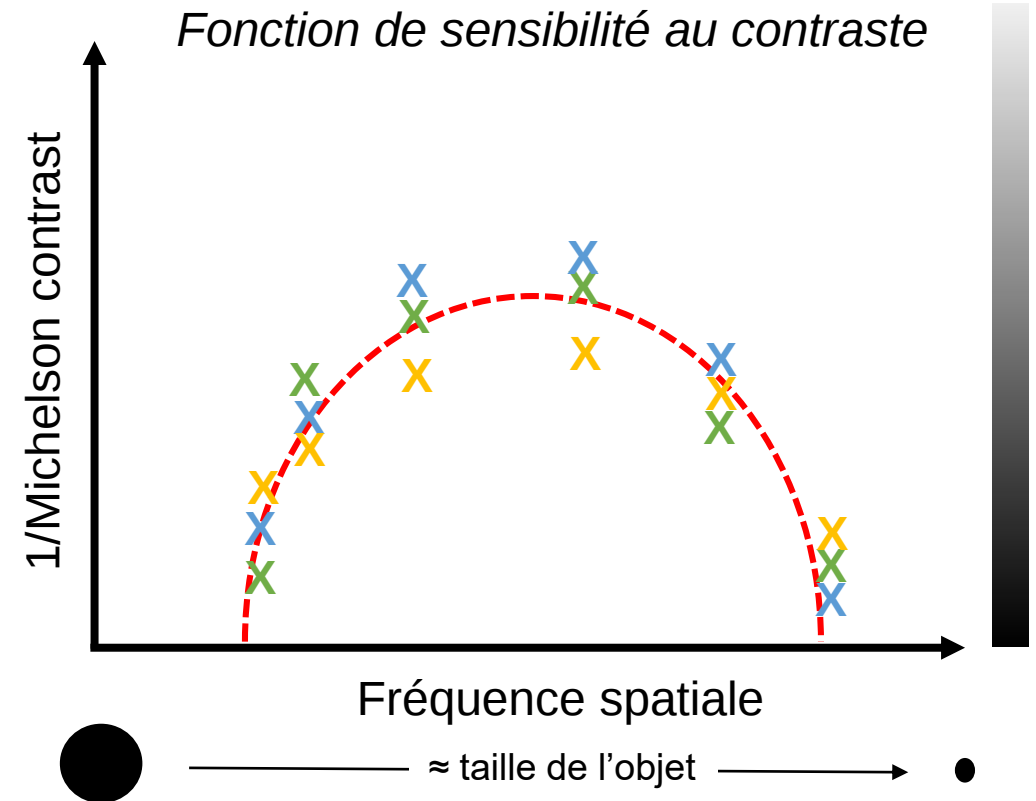
- 5-7 fréquence spatiale (SF) par espèce



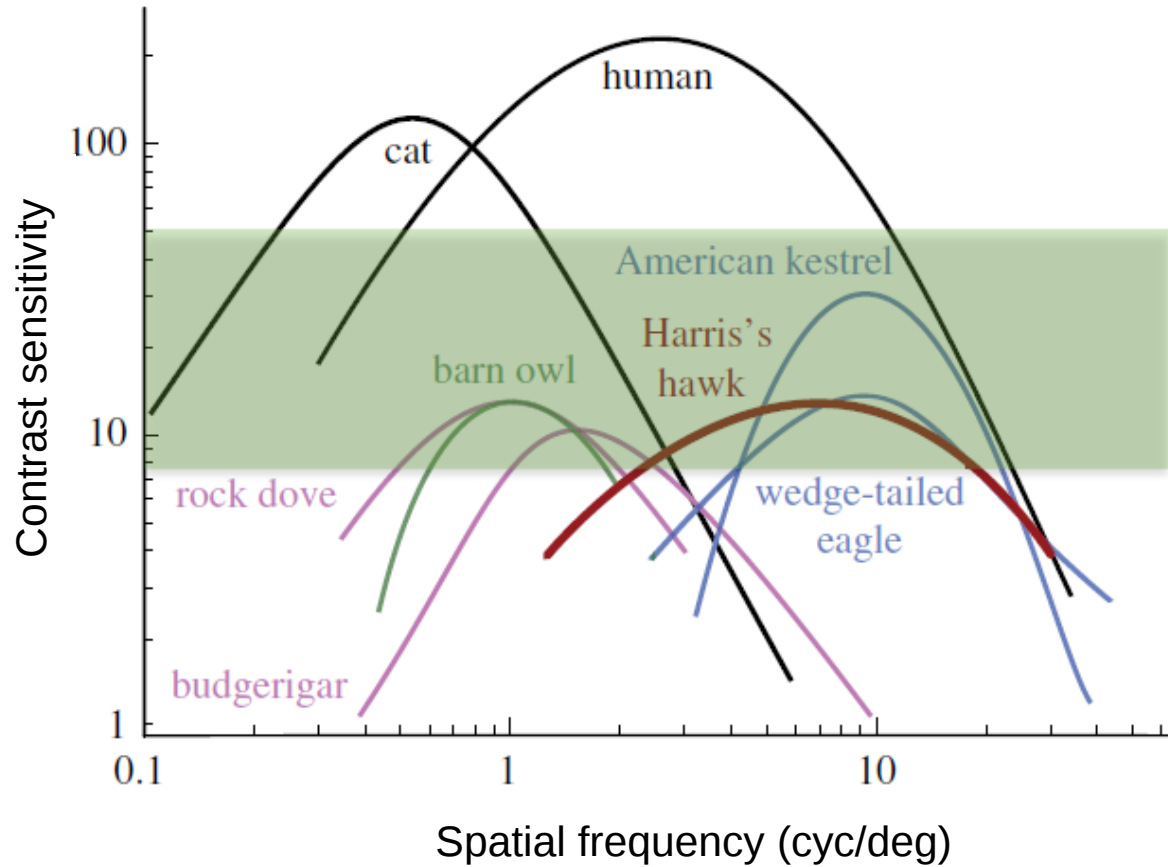
- 129 niveaux de contraste testables



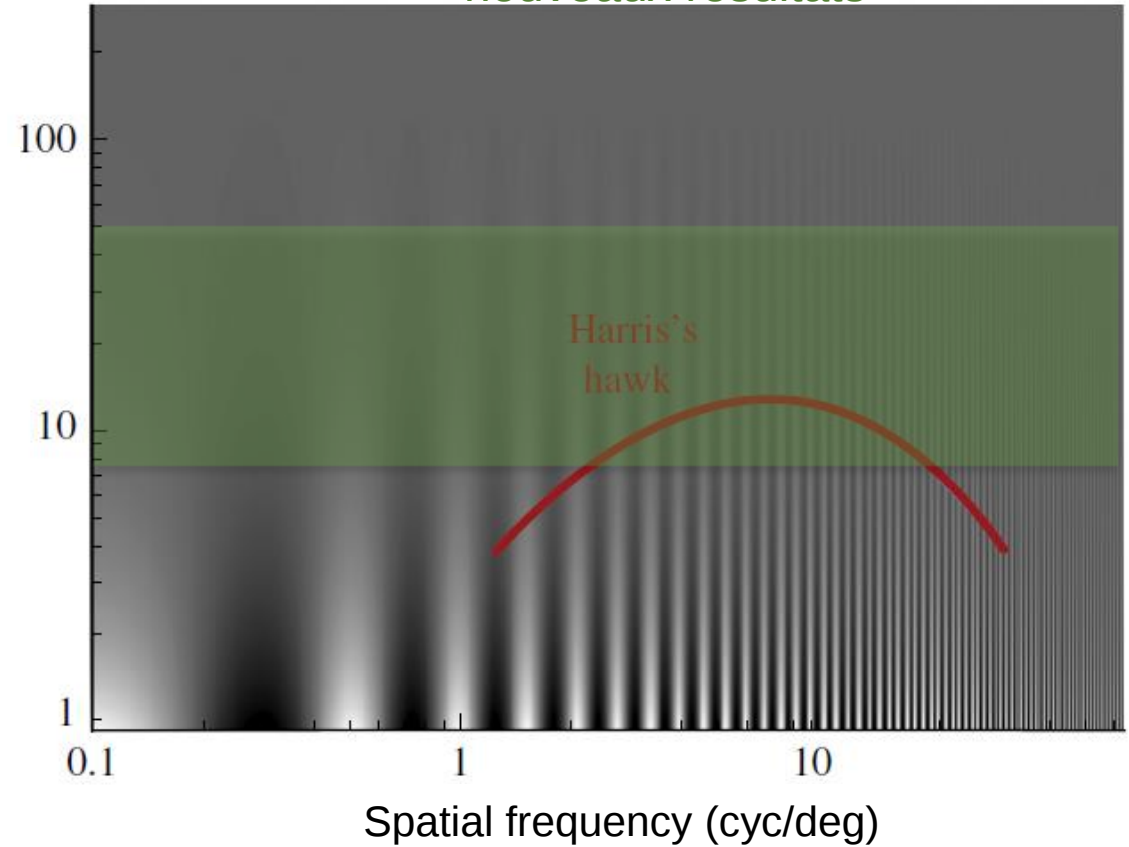
- 1-10 individus par espèce



Sensibilité au contraste des oiseaux



nouveaux résultats



- ➔ Sensibilité au contraste ~ espèces étudiées précédemment
- ➔ Sensibilité au contraste des oiseaux 7 à 10 fois plus faible que les humains

WP3 : perception des éoliennes par les oiseaux

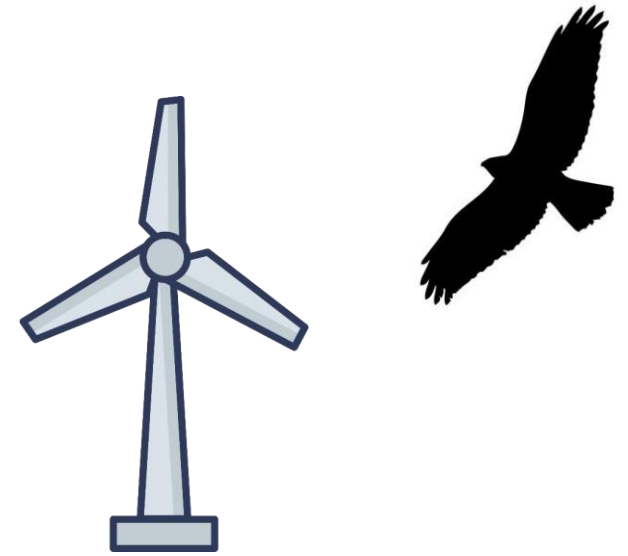


Prochaines étapes

Constance Blary (thèse)

Comprendre comment les oiseaux perçoivent les éoliennes

- ↳ ■ Partie 1: sensibilité au contraste



	2020	2021	2022	2023
Contrastes				

WP3 : perception des éoliennes par les oiseaux

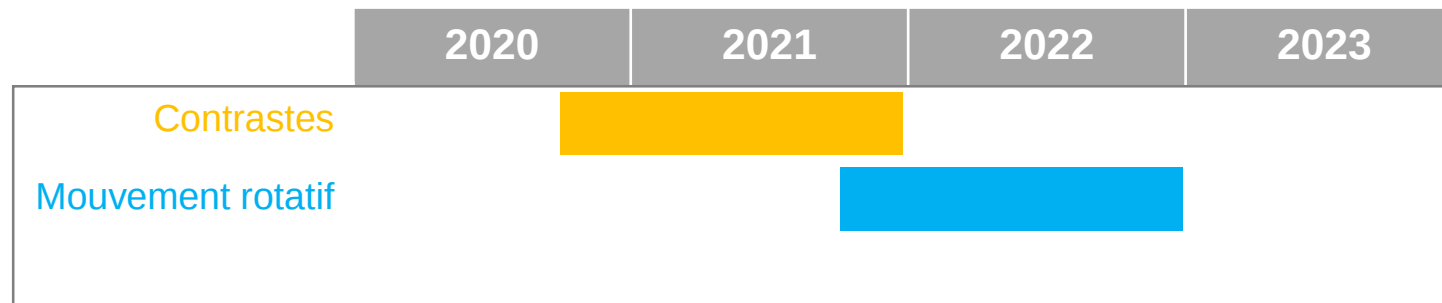
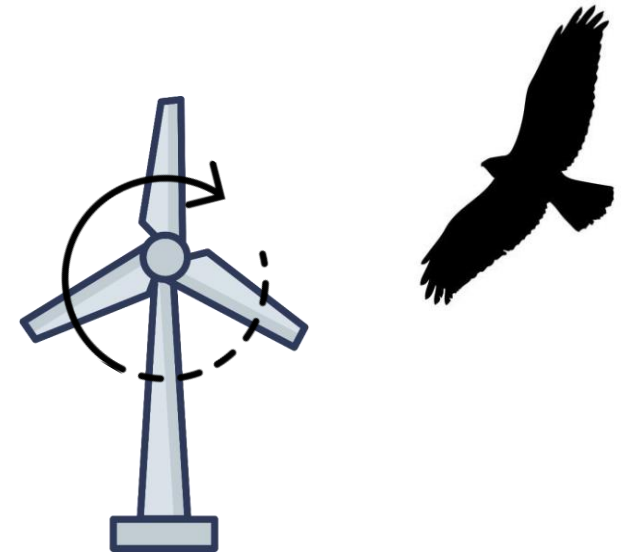


Prochaines étapes

Constance Blary (thèse)

Comprendre comment les oiseaux perçoivent les éoliennes

- ↳ ■ Partie 1: sensibilité au contraste
- ↳ ■ Partie 2: perception du mouvement rotatif par les oiseaux



WP3 : perception des éoliennes par les oiseaux

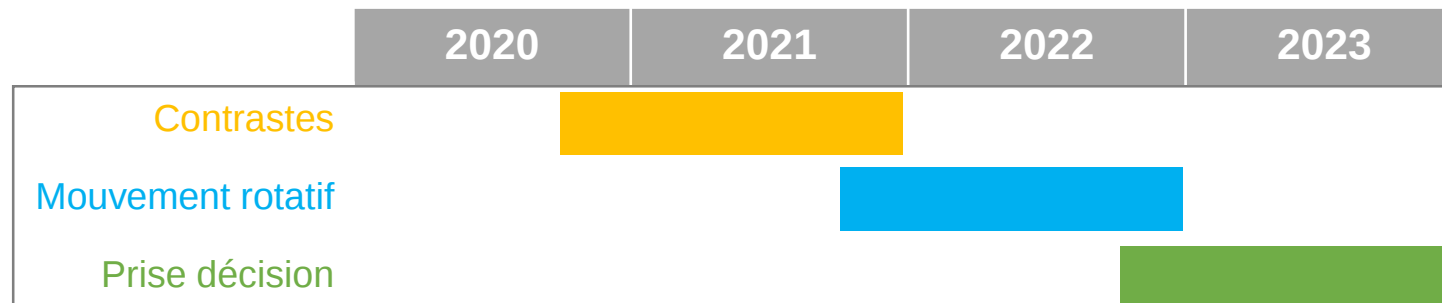
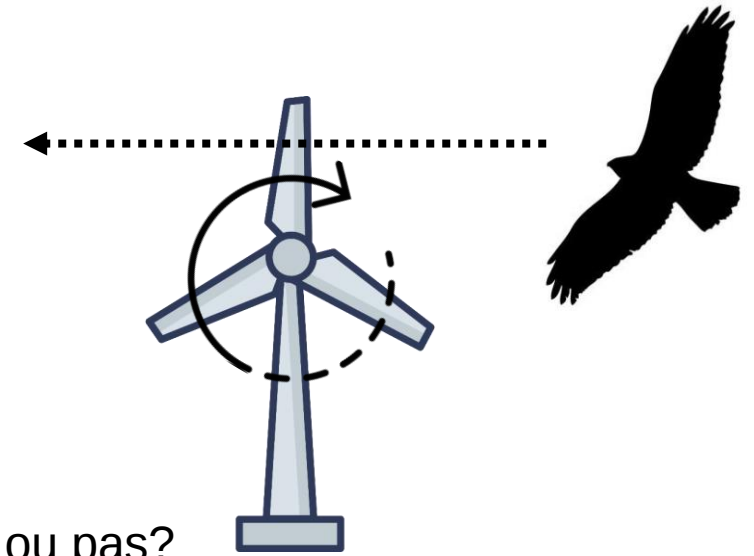


Prochaines étapes

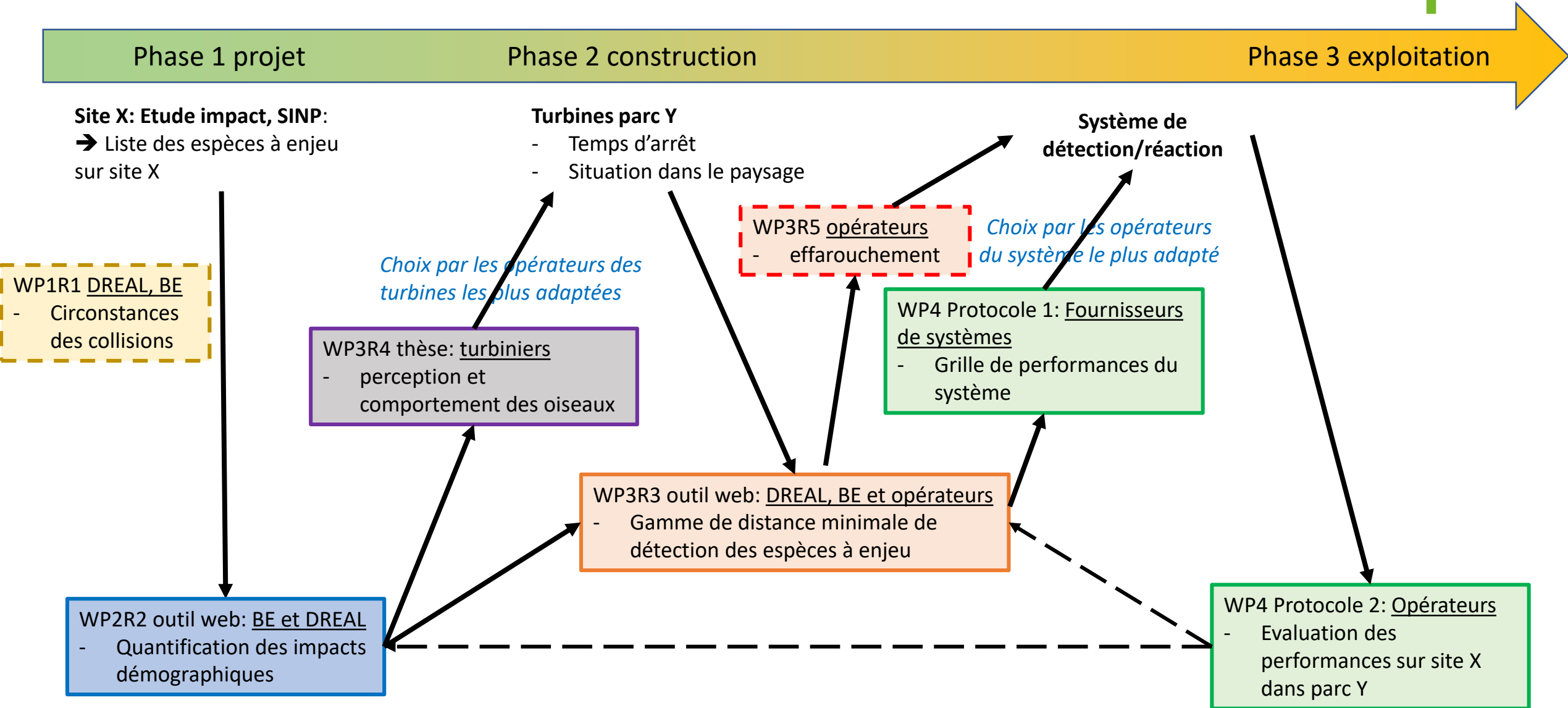
Constance Blary (thèse)

Comprendre comment les oiseaux perçoivent les éoliennes

- ↳ ■ Partie 1: sensibilité au contraste
- ↳ ■ Partie 2: perception du mouvement rotatif par les oiseaux
- ↳ ■ Partie 3: prise de décision par les oiseaux – traverser ou pas?



Intégration des résultats des recherches dans le processus de développement éolien



Valorisation scientifique

Applications

Applications web *eolpop* et *eoldist*

<https://mape.cnrs.fr/autres-telechargements/applications/>

Merci pour votre attention
Olivier.duriez@cefe.cnrs.fr

