VadeRetro

-

Caractérisation de l'évitement des lignes à haute tension par les oiseaux et évaluation des balises avifaune pour améliorer la visibilité des câbles aériens et leur évitement

Journées ITTECOP – 19 & 20-11-2026

Arzhela HEMERY & Alexandre MILLON

ITTECOP

Programme national de recherche ITTECOP
Infrastructures, territoires, transports,
énergies, écosytèmes et paysages

amU Aix Marseille Université

imbe

cnrs

Centre d'Écologie Fonctionnelle & Evolutive

BECOT

Rte

ADEME Agence de la transition écologique

Parc national des Ecrins

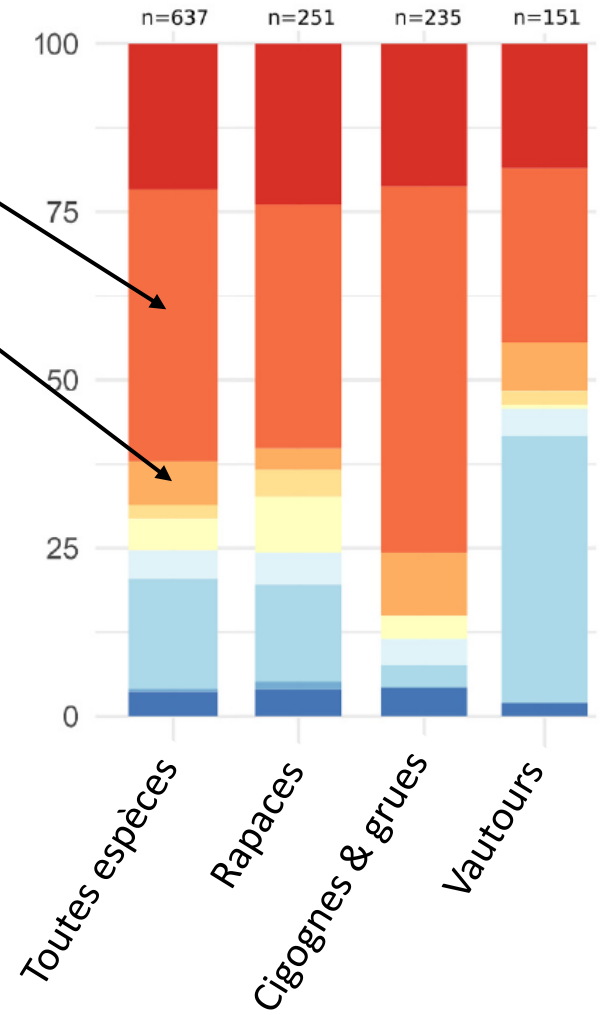
Contexte – Les lignes et les oiseaux

- Lignes électriques & mortalités induites
  - ✓ Pylônes = perchoirs attractifs → risques d'électrocution
  - ✓ Obstacles pour les oiseaux en vol → risques de percussion





% mortalités anthropiques (grands oiseaux migrateurs en Europe)



Serratosa et al. 2024

Contexte – Les lignes et les oiseaux

- Lignes électriques & mortalités induites
  - ✓ Pylônes = perchoirs attractifs → risques d'électrocution
  - ✓ Obstacles pour les oiseaux en vol → risques de percussion

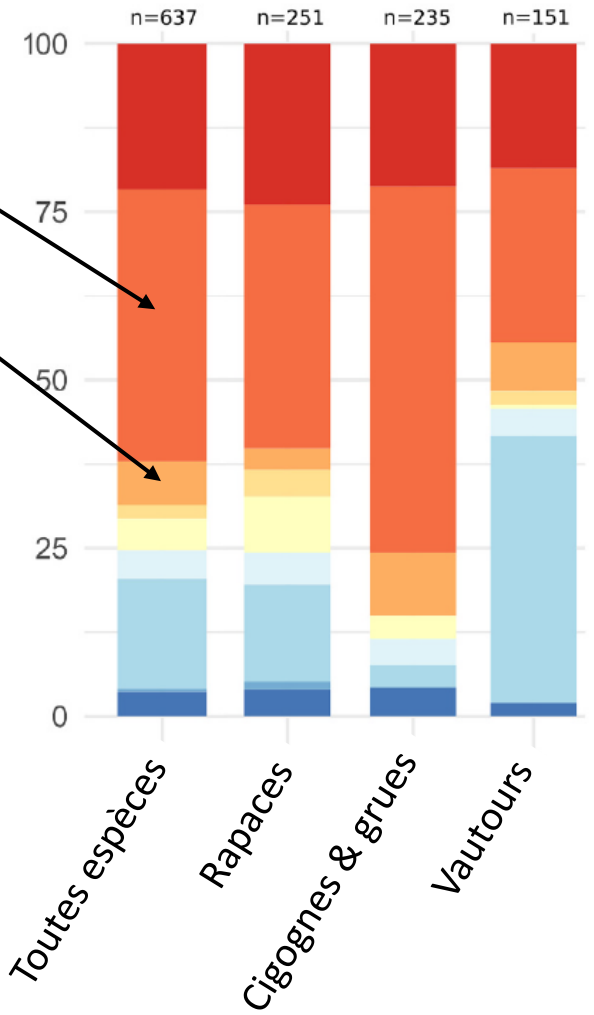
→ **Impacts démographiques**

- ✓ « Comptages mortalités » → estimations biaisées
- ✓ Données GPS plus appropriées mais non généralisables





% mortalités anthropiques (grands oiseaux migrateurs en Europe)



Serratosa et al. 2024

Contexte – La visibilité des câbles

- Détection difficile des câbles aériens

  - ✓ Perception des **contrastes 10x à 30x plus faible** pour les oiseaux que pour les humains

  - ✓ Fond de végétation réduit les contrasts → câbles invisibles

  - ✓ Conditions météorologiques défavorables → câbles invisibles



Blary et al. 2024

Contexte – La visibilité des câbles

- Détection difficile des câbles aériens
  - ✓ Perception des **contrastes 10x à 30x plus faible** pour les oiseaux que pour les humains
  - ✓ Fond de végétation réduit les contrasts → câbles invisibles
  - ✓ Conditions météorologiques défavorables → câbles invisibles
- **Réduction du risque de percussion**
  - ✓ Enfouissement des lignes
  - ✓ **Pose de balises avifaune** → augmentation de la visibilité

→ Budget important donc **pas posées en systématique**





Blary et al. 2024

Objectifs de VadeRetro

- **Etudier l'évitement des lignes** à haute tension par les oiseaux
- **Evaluer l'efficacité des balises avifaune** pour améliorer la visibilité des câbles

Objectifs de VadeRetro

- **Etudier l'évitement des lignes** à haute tension par les oiseaux

- **Evaluer l'efficacité des balises avifaune** pour améliorer la visibilité des câbles

  → A partir de données de **télémétrie GPS à haute résolution et en 3D**





Objectifs de VadeRetro

- **Etudier l'évitement des lignes** à haute tension par les oiseaux

- **Evaluer l'efficacité des balises avifaune** pour améliorer la visibilité des câbles



→ A partir de données de **télémétrie GPS à haute résolution et en 3D**

- Décliné en 3 axes :

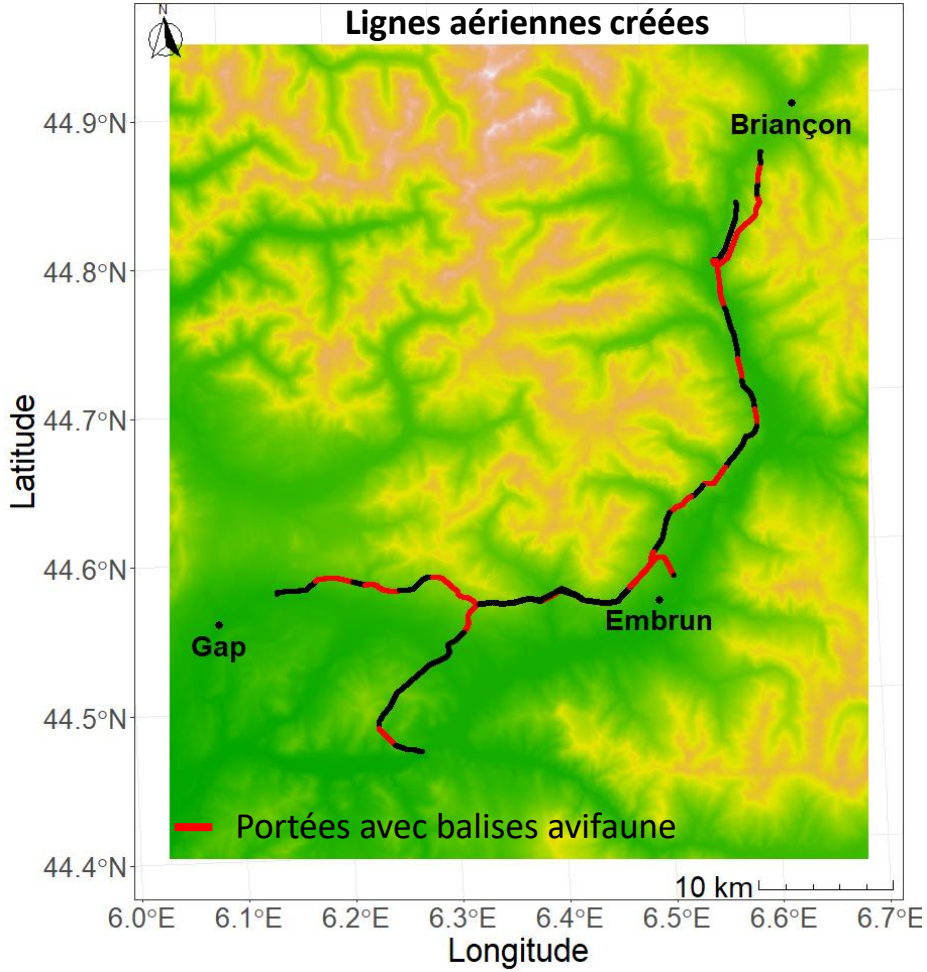
  - ✓ Caractériser les **lignes électriques en 3D**
  - ✓ Analyser le **comportement de vol en 3D** à proximité des lignes
  - ✓ **Fédérer un réseau de collaborations** autour de cette problématique



VadeRetro – Haute Durance & aigles royaux

- Rénovation du réseau Très Haute Tension (THT) de Haute Durance (Hautes Alpes)

  ~~✓ Lignes aériennes déposées : ~ 240 km~~
  ✓ **Lignes aériennes créées : ~ 110 km**
  ✓ Lignes souterrainnes créées : ~ 80 km
  ✓ Poses de balises avifaune : **Spirales vs. Sphères**







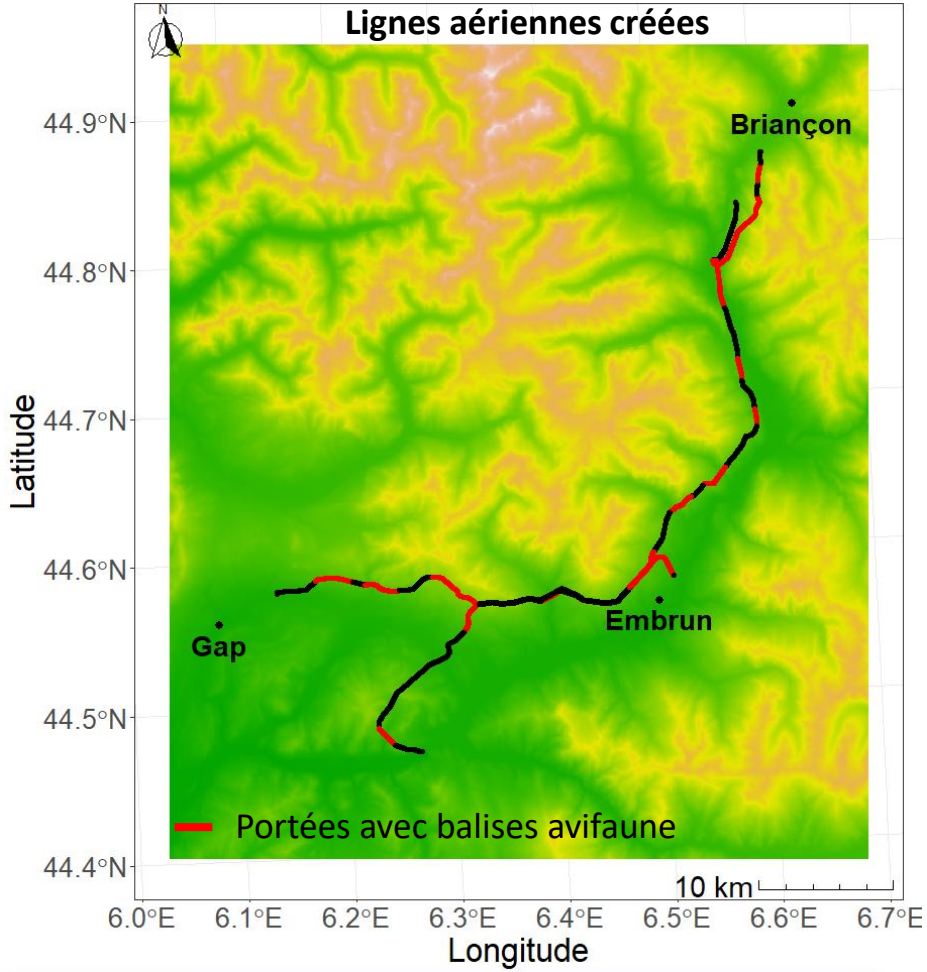
VadeRetro – Haute Durance & aigles royaux

- Rénovation du réseau Très Haute Tension (THT) de Haute Durance (Hautes Alpes)

  - ~~✓ Lignes aériennes déposées : ~ 240 km~~
  - ✓ **Lignes aériennes créées : ~ 110 km**
  - ✓ Lignes souterrainnes créées : ~ 80 km
  - ✓ Poses de balises avifaune : **Spirales vs. Sphères**

- **Equipements GPS d'aigles royaux** adultes et juvéniles

  - ✓ Suivis en **haute résolution** et **3D** à proximité des câbles
  - ✓ **Contexte expérimental** « Before/After – Control/Impact » (BACI)











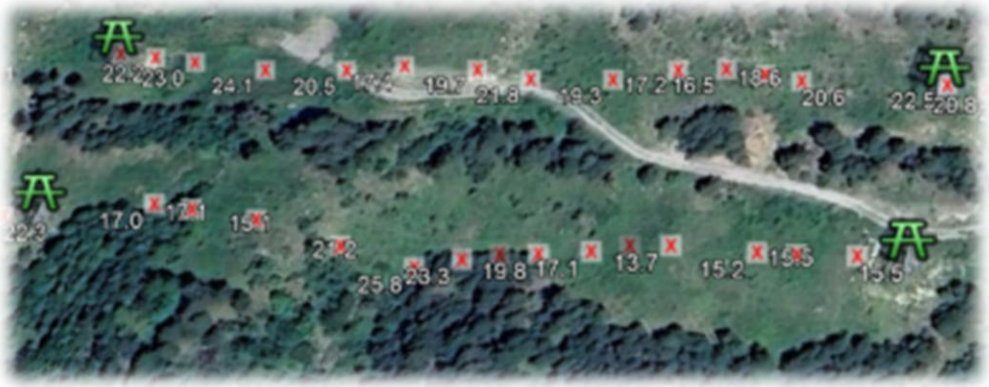
VadeRetro : Axe n°1 – Caractériser les lignes THT en Haute Durance

- <u>Informations 3D sur le réseau de câbles aériens</u>

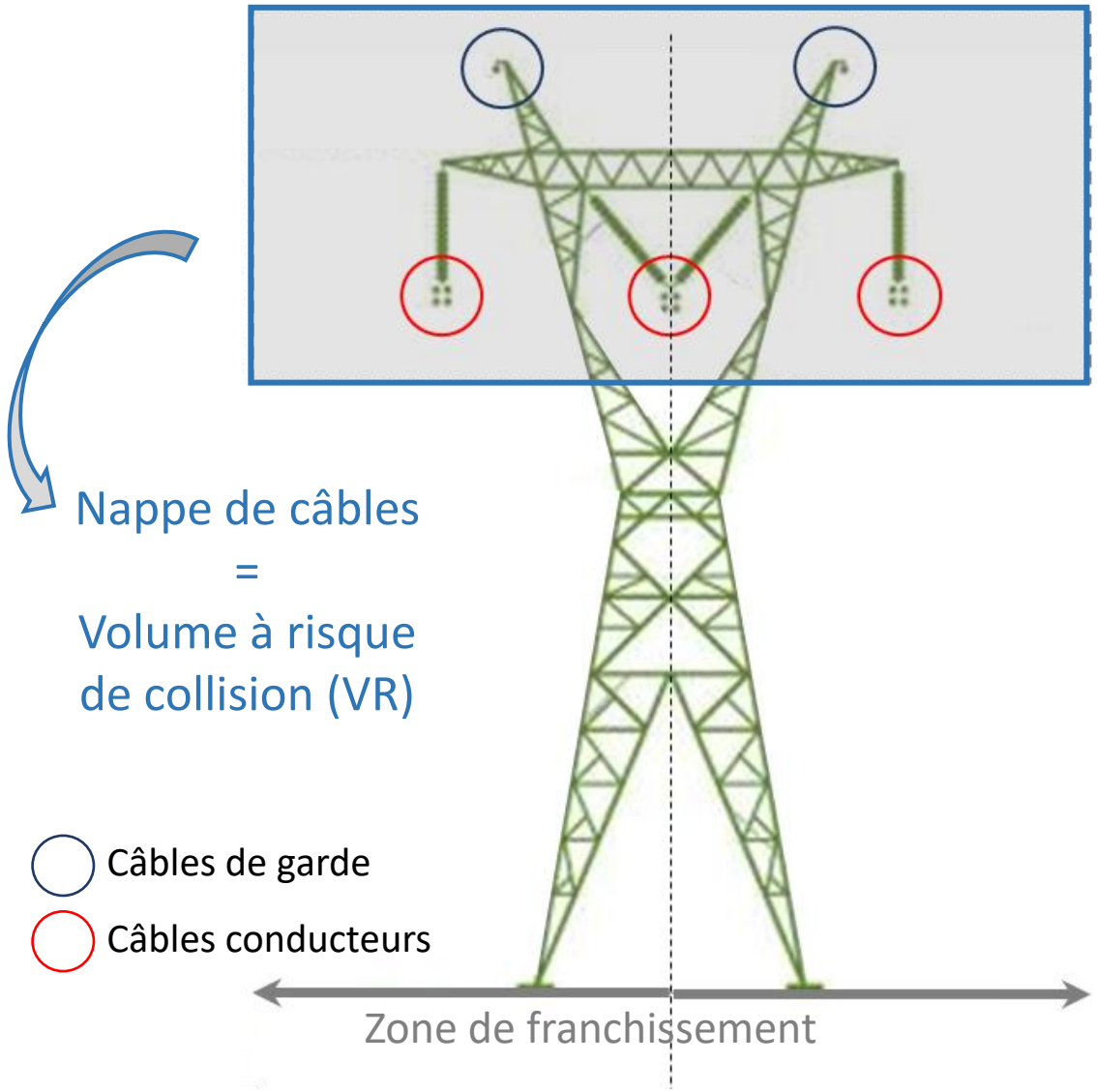
  ✓ La hauteur des câbles de garde et conducteurs bas

  ↓

  Points de mesure environ tous les 20 mètres



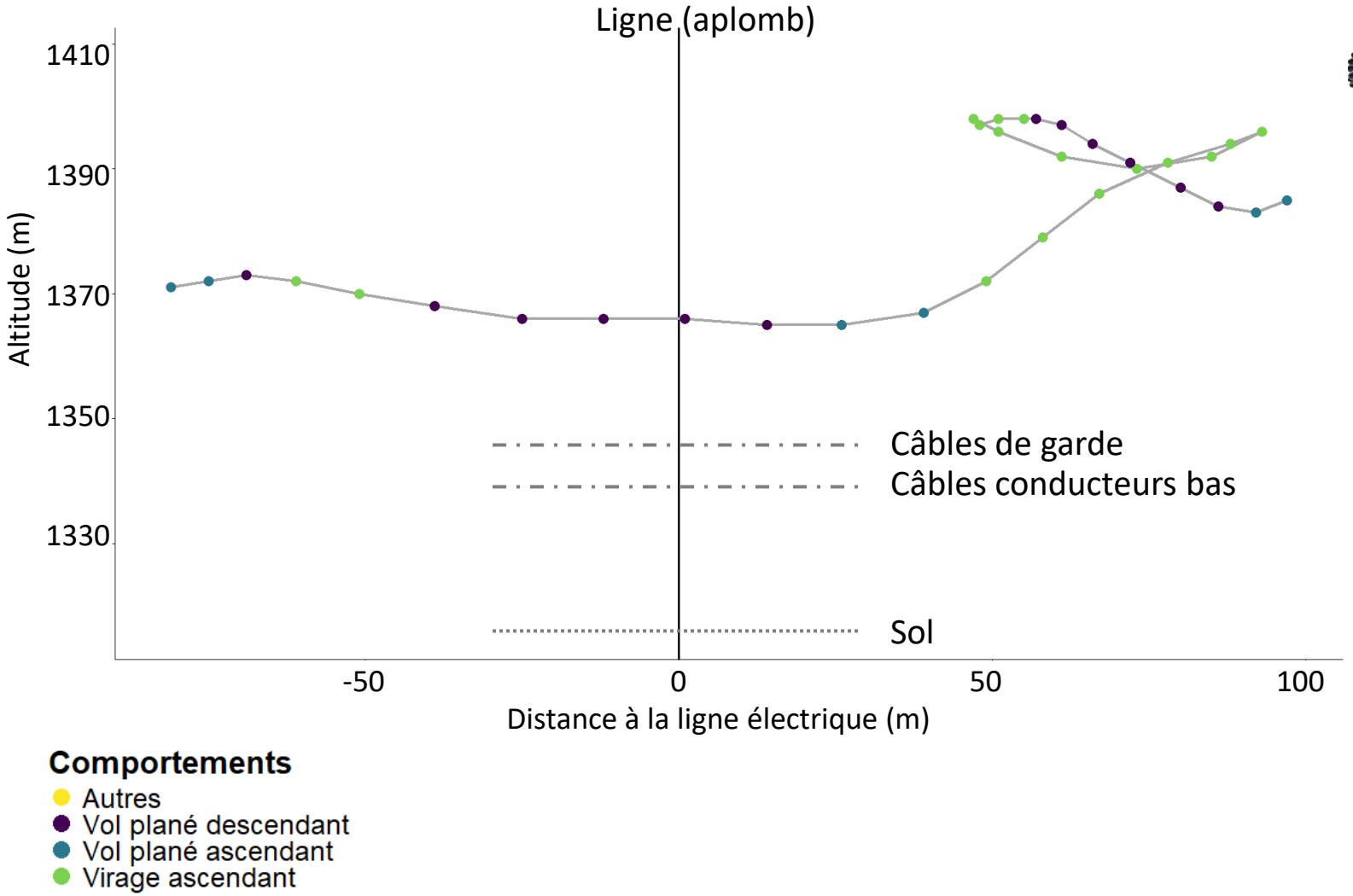
GEODESS



VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

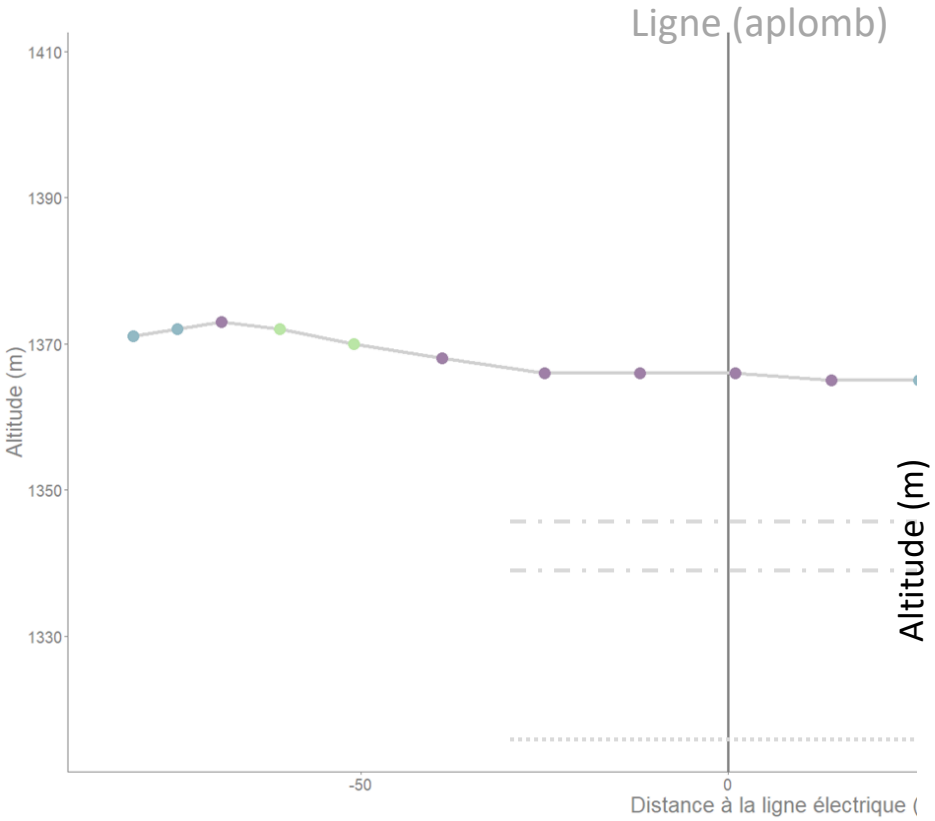
- Exemples de trajets à proximité des lignes



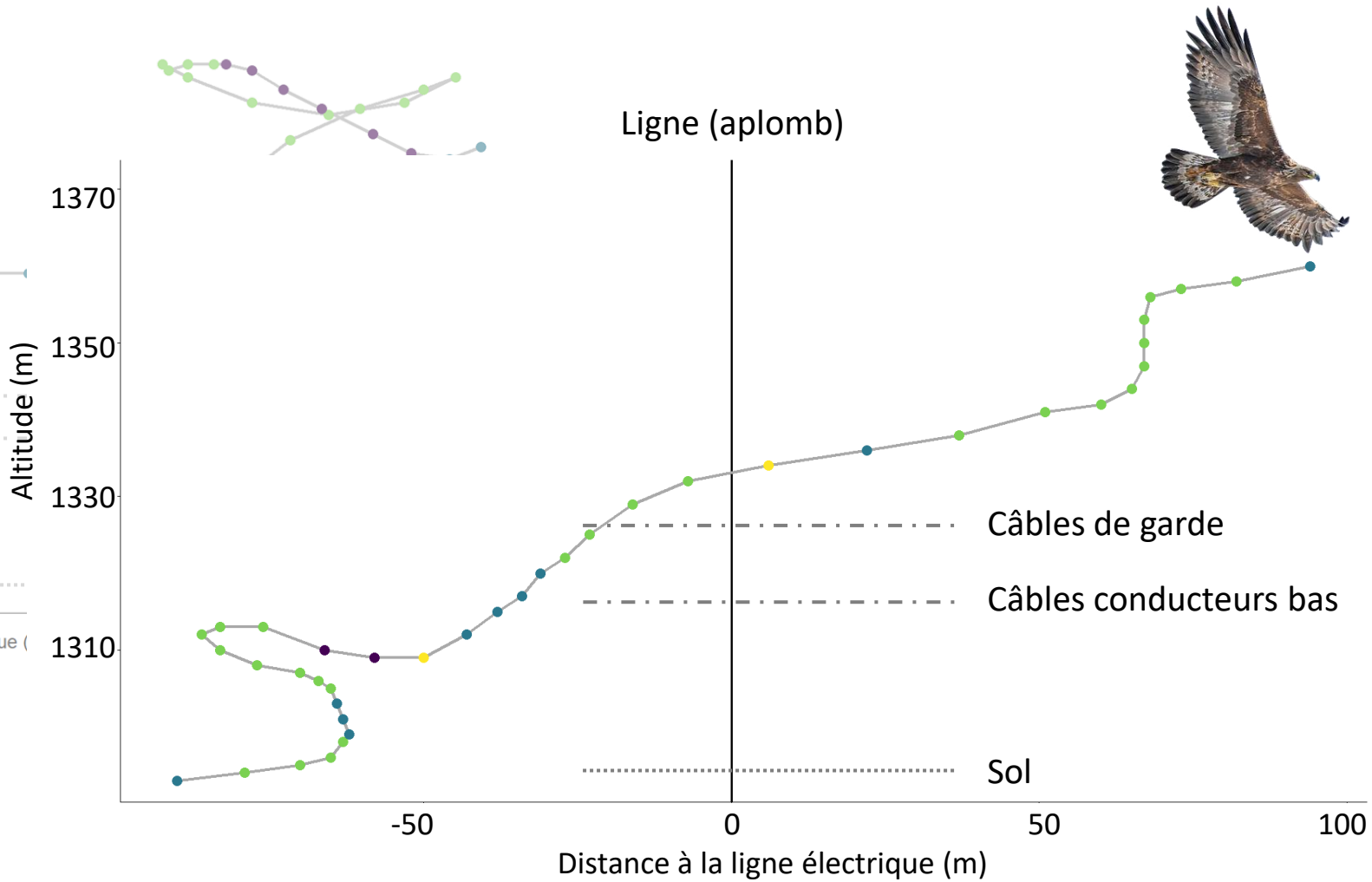


VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

- Exemples de trajets à proximité des lignes



Comportements
- Autres
- Vol plané descendant
- Vol plané ascendant
- Virage ascendant



VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

Trajet pré-traversée ➔ évitement anticipé ?

Traversée ➔ évitement tardif ?

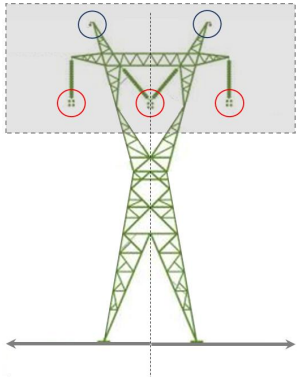
Trajet post-traversée



VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

- **Evitements tardifs**





> 50m

Jusqu’à 50m > VR

Volume à risque (VR)

VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

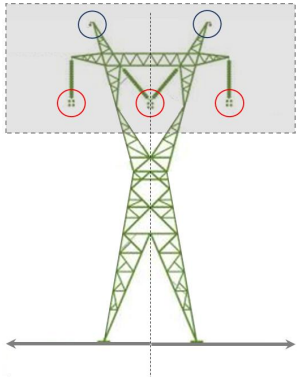
- **« *Before / After* » pose des câbles**

Absence d'évitement tardif

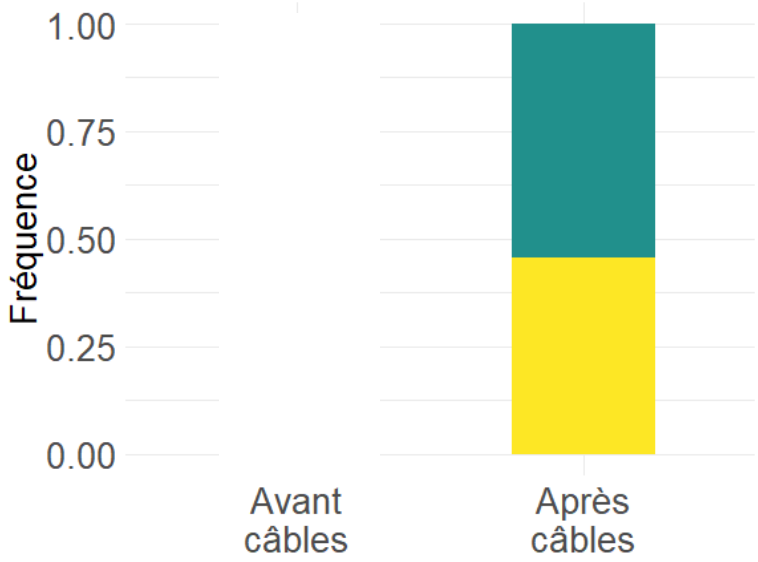
Evitement tardif



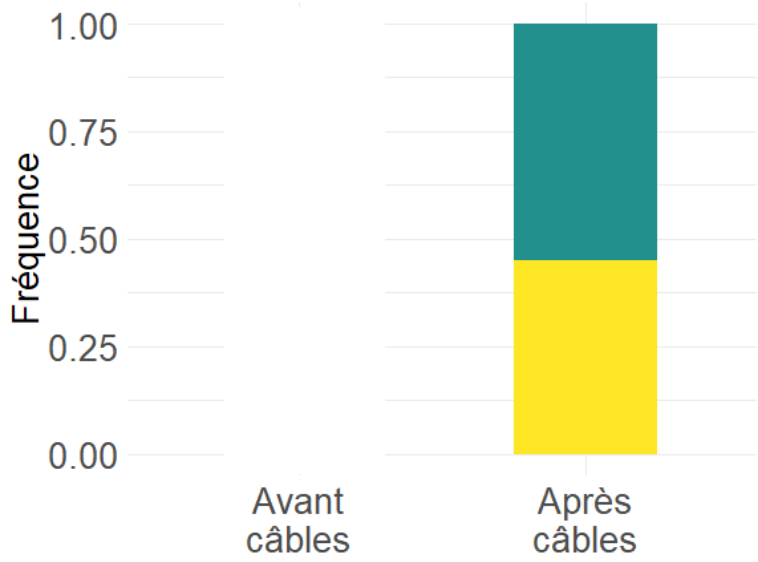
Jusqu'à 50m > VR



Volume à risque (VR)



Volume à risque (VR)



Jusqu'à 50m > VR

VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

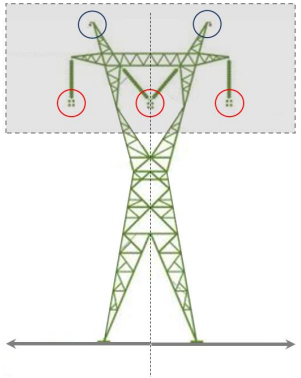
- **« *Before / After* » pose des câbles**

Absence d'évitement tardif

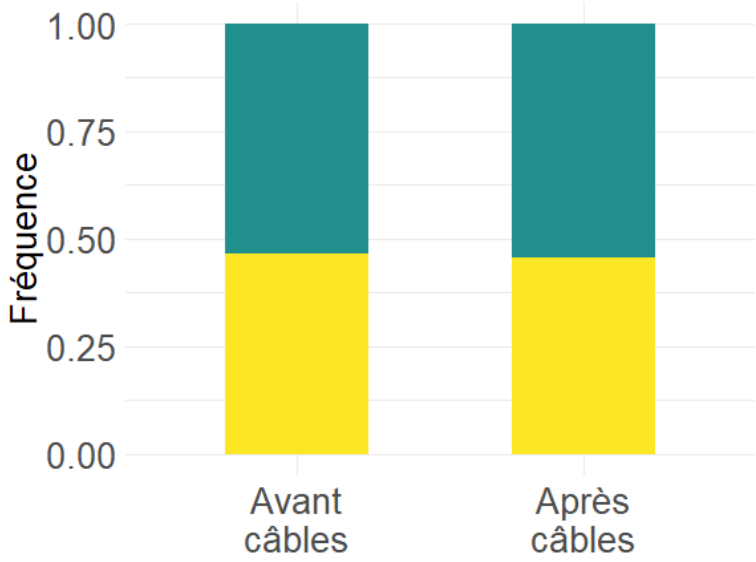
Evitement tardif



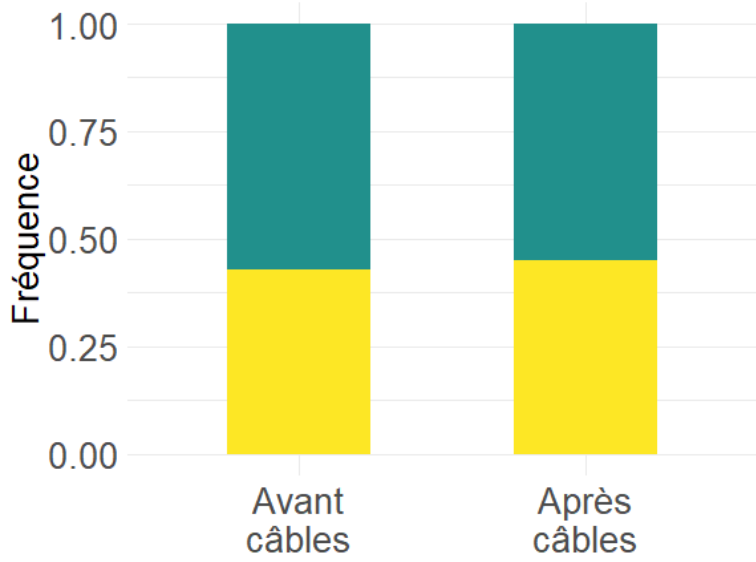
Jusqu'à 50m > VR



Volume à risque (VR)



Volume à risque (VR)



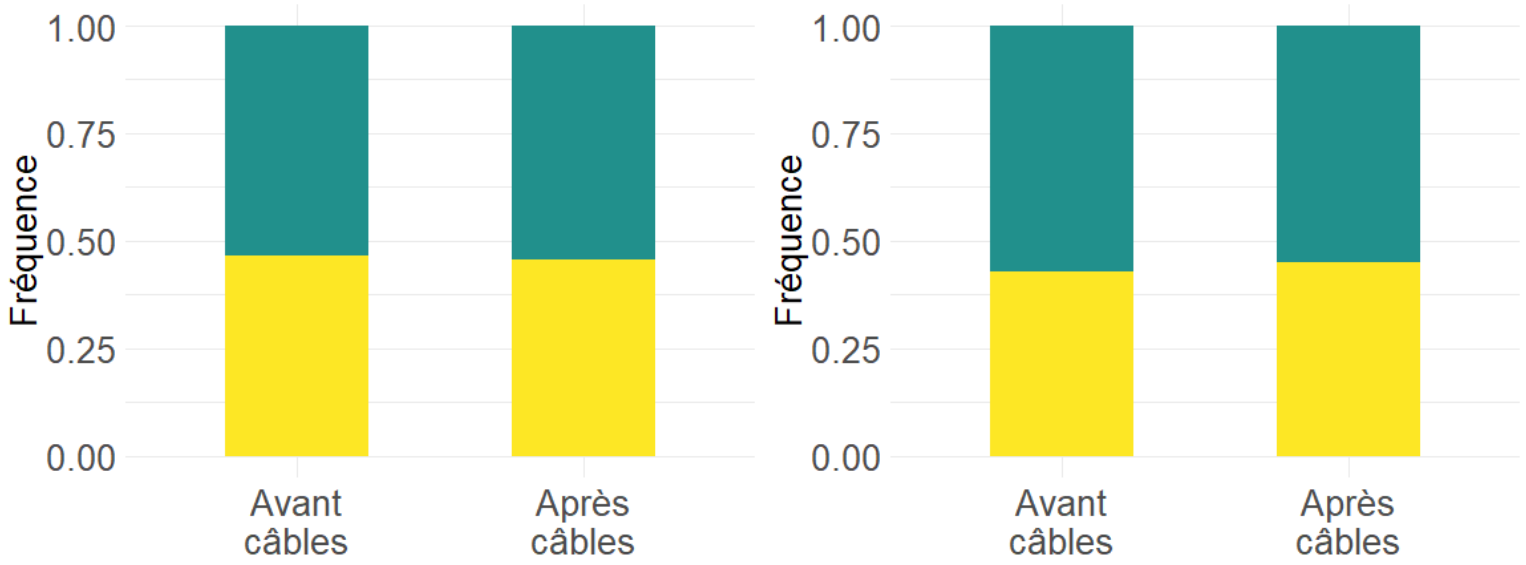
Jusqu'à 50m > VR

VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

- **« *Before / After* » pose des câbles**

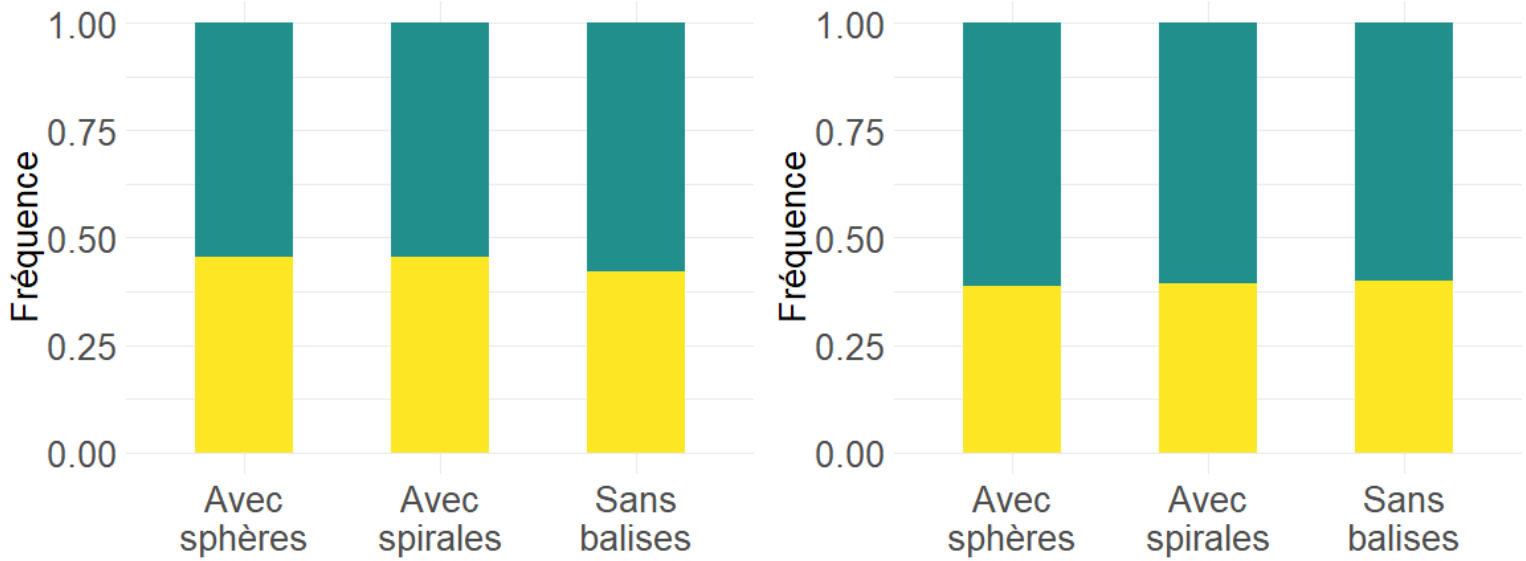
Absence d'évitement tardif

Evitement tardif



- **« *Control / Impact* » balises avifaune**

Volume à risque (VR) **Jusqu'à 50m > VR**



VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D



VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

Trajet pré-traversée ➔ évitement anticipé ?

Traversée ➔ évitement tardif ?

Trajet post-traversée



VadeRetro : Axe n°2 – Analyse du comportement de vol des aigles en 3D

Trajet pré-traversée ➔ évitement anticipé ?

Traversée ➔ évitement tardif ?

Trajet post-traversée



VadeRetro – Perspectives

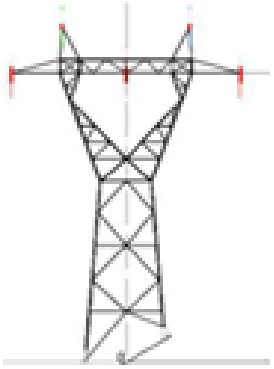
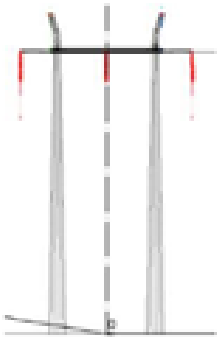
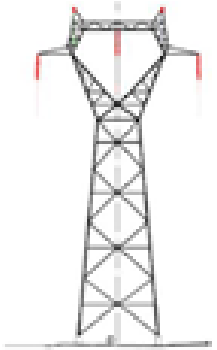
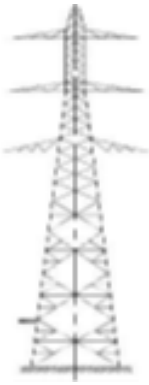
- A court terme (fin du projet : juin 2027)

  - ✓ Axe 2 : **Finalisation des analyses « aigles »**

VadeRetro – Perspectives

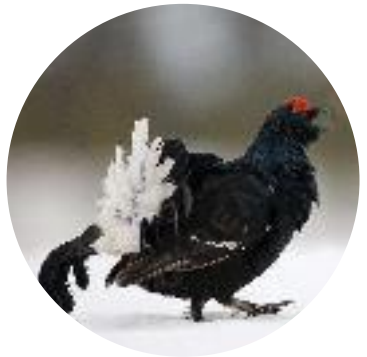
- A court terme (fin du projet : juin 2027)
  - ✓ Axe 2 : **Finalisation des analyses « aigles »**

- A moyens termes ?
  - ✓ Rénovation du réseau RTE (échelle nationale & multi-espèces, architecture des lignes/pylônes, etc.)

VadeRetro – Perspectives

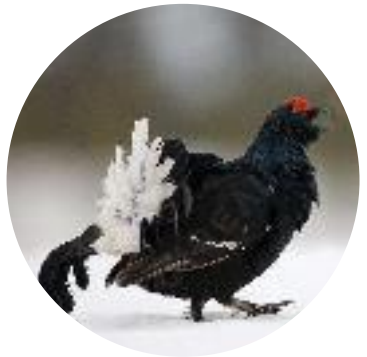
- A court terme (fin du projet : juin 2027)
  - ✓ Axe 2 : **Finalisation des analyses « aigles »**
  - ✓ Axe 3 : stage M2 & focus tétras lyre



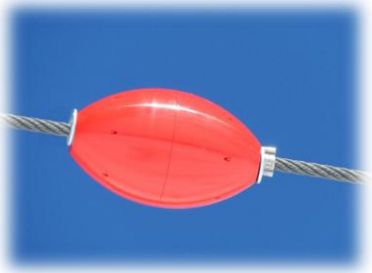
- A moyens termes ?
  - ✓ Rénovation du réseau RTE (échelle nationale & multi-espèces, architecture des lignes/pylônes, etc.)

VadeRetro – Perspectives

- A court terme (fin du projet : juin 2027)
  - ✓ Axe 2 : **Finalisation des analyses « aigles »**
  - ✓ Axe 3 : stage M2 & focus tétras lyre



- A moyens termes ?
  - ✓ Rénovation du réseau RTE (échelle nationale & multi-espèces, architecture des lignes/pylônes, etc.)
  - ✓ Axe 3 & focus tétras lyre : collaboration PNV / Trois-Vallées, **nouvelles balises avifaune & J0-2030 ?**







Potier et al. 2026

Merci pour votre attention



© Cyril Coursier - PNE

arzhela.hemery@imbe.fr
alexandre.millon@imbe.fr



© Roger Isoard

Programme national de recherche ITTECOP
Infrastructures, territoires, transports, énergies, écosytèmes et paysages

Causes de mortalités des aigles royaux équipés de balises GPS

(2014 – 2024)

Cause	Nombre	%	
Poison	4	7,0	28,1
Tir	12	21,1	
Electrocution	10	17,5	22,8
Percussion câbles	1	1,8	
Collision éoliennes	2	3,5	
Autres anthropiques	2	3,5	
Accidents naturels	2	3,5	42,1
Dénutrition	12	21,1	
Compétition intraspécifique	4	7,0	
Maladies	6	10,5	
Indéterminé	2	3,5	
Total	57	100	

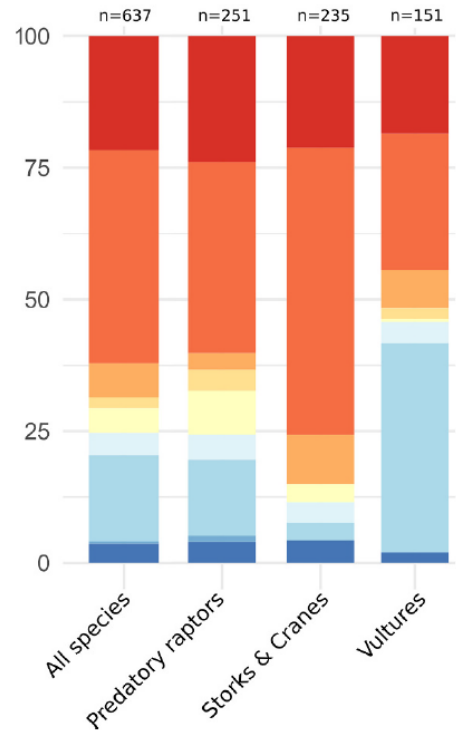
% des mortalités anthropiques

Braconnage = 51.6 %

→ Electrocution = 32.3 %

→ Percussion = 3.2 %

→ Collision = 6.5 %



- <u>Paramètres pouvant influencer les trajectoires</u>

→ Visibilité des câbles :

- Présence / absence de balises avifaune
- Conditions météorologiques (brouillard)
- Arrière plan dans l'axe [aigle –> câbles] (= contraste entre câbles et paysage)
- Luminosité (heure de la journée, saison)



→ Présence de vent (vitesse et direction)

→ Topographie

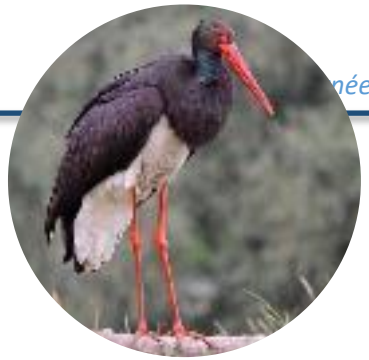
→ Habitats environnants (occupation du sol)

→ Aérologie à proximité des lignes ?

VadeRetro : Axe n°3 – Fédérer un réseau de collaborations



Rapaces



Cigogne noire



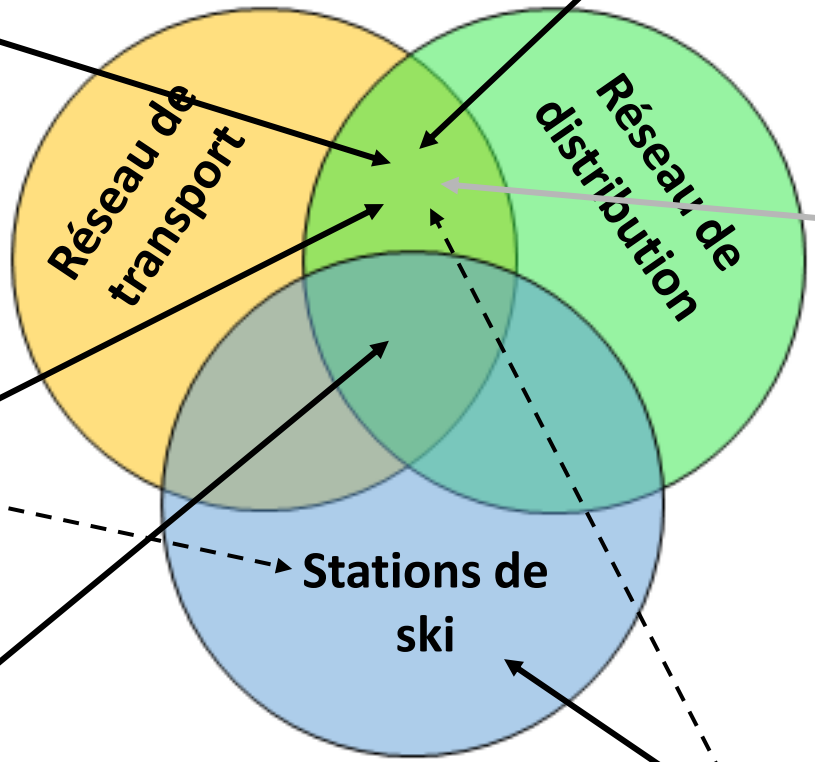
Outarde canepetière







Galliformes de montagne

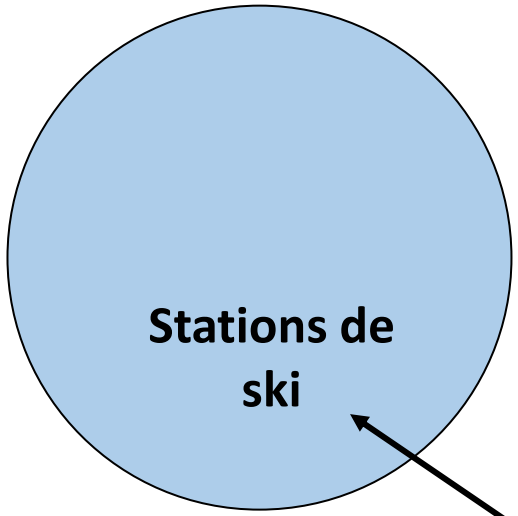


VadeRetro : Axe n°3 – Fédérer un réseau de collaborations

- Focus « **Galliformes de montagne et stations de ski** » → autre groupe d'espèces & autre type de réseau de câbles aériens

  - Binôme de M1 au printemps 2026 → 2 mois – Analyses préliminaires sans hauteur des câbles

  - M2 au printemps 2027 → 6 mois – Approfondissement avec hauteur des câbles



Galliformes de montagne

