



# PROTOCOLE D'ETUDE

Capture et transport d'espèces protégées dans le cadre du suivi de la mortalité de parcs éoliens



Parcs éoliens "Herbes Blanches" et "Les Taillées"



Région Nouvelle-Aquitaine



**Bureau d'études ALTIFAUNE**

Siège : 37, avenue de Verdun 34120 Pézenas / 06 18 93 88 14 / [www.altifaune.fr](http://www.altifaune.fr)

Siret 792 786 048 00050 / RCS 792 786 048 / APE 7112B / TVA intracommunautaire FR24792786048

# Sommaire

<b>1- DESCRIPTION DU PROTOCOLE D'ETUDE .....</b>	<b>2</b>
1-1- OBJECTIFS ET CADRE METHODOLOGIQUE .....	2
1-2- CONTENU DE LA MISSION .....	2
1-3- PERIODE DE SUIVI ET FREQUENCE DE PASSAGE .....	2
1-4- METHODE DE PROSPECTION .....	3
1-4-1- Zones théoriques de recherche .....	3
1-4-2- Surface réellement prospectée .....	3
1-4-3- Coefficient surfacique .....	4
1-5- COLLECTE ET GESTION DES DONNEES .....	4
1-5-1- Fiche de terrain .....	4
1-5-2- Fiche de mortalité / d'incident .....	4
1-5-3- Information de l'exploitant .....	4
1-5-4- Rapport de synthèse et standard éolien .....	4
1-6- COLLECTE ET GESTION DES CADAVRES .....	4
1-6-1- Collecte et transport des cadavres .....	4
1-6-2- Stockage temporaire des cadavres .....	4
1-7- PROTOCOLE D'IDENTIFICATION DES CADAVRES .....	5
1-8- ESTIMATION DE LA MORTALITE .....	5
1-8-1- Modèles d'extrapolation de la mortalité par éolienne .....	5
1-8-2- Détermination des coefficients correcteurs .....	6
1-8-3- Types de leurres .....	6
1-8-4- Tests de détection (efficacité de l'observateur) .....	6
1-8-5- Tests de prédation (persistance des cadavres) .....	7

# Tableaux

TABLEAU 1 : FREQUENCE DES SUIVIS DE LA MORTALITE SUIVIS PAR ALTIFAUNE EN 2024 .....	2
TABLEAU 2 : FORMULES UTILISEES .....	5
TABLEAU 3 : VARIABLES UTILISEES DANS LES CALCULS .....	5
TABLEAU 4 : TYPE DE LEURRES UTILISES POUR LES TESTS DE DETECTION ET DE PREDATION .....	6
TABLEAU 5 : NATURE DES LEURRES UTILISES POUR LES DEUX TESTS DE DETECTION ET PREDATION .....	6

# Figures

FIGURE 1 : SCHEMA DE LA SURFACE-ECHANTILLON A PROSPECTER (DGPR, DGALN, MTES, 2018) .....	3
--	---

# 1- Description du protocole d'étude

## 1-1- Objectifs et cadre méthodologique

Le suivi de mortalité permet de vérifier que les populations d'oiseaux et de chauves-souris présentes au niveau du parc éolien ne sont pas affectées de manière significative par le fonctionnement des aérogénérateurs. L'objectif est de s'assurer que l'estimation effectuée dans l'étude d'impact du projet en termes de risques de mortalité n'est pas dépassée dans la réalité.

La méthodologie utilisée pour conduire cette étude est principalement basée sur les préconisations du « Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres » (DGPR, 2016) et du « Protocole de suivi des parcs éoliens terrestres » (DGPR, DGALN, MTEs, 2018).

La découverte d'un cadavre d'oiseau ou de chauve-souris fait l'objet d'une fiche détaillée permettant la saisie standardisée de l'espèce et des conditions de mortalité constatées. Ces informations seront synthétisées au sein de tableaux. Les mortalités constatées seront signalées à l'exploitant dans les plus brefs délais, pour chaque cas, lorsqu'il s'agit d'espèces menacées présentant un statut de conservation défavorable (LRF > LC).

## 1-2- Contenu de la mission

Le suivi de la mortalité comprend :

- Une demande de dérogation pour la récolte, le transport et le stockage d'espèces protégées ;
- La cartographie des habitats naturels présents au sein des zones de recherche de cadavres ;
- Le balisage des zones de recherche à l'aide de jalons temporaires (hors forêt et végétation dense) ;
- Le nombre de passages de recherche de cadavres conformément au protocole et aux prescriptions ;
- 2 tests de détection permettant d'évaluer la capacité de détection des observateurs ;
- 2 tests de prédation permettant d'évaluer la persistance des cadavres sur le site ;
- Une fiche de terrain renseignée pour chaque passage (météo, observateur, horaires...) ;
- Une fiche de mortalité (d'incident) renseignée pour chaque cadavre découvert (lieu, observateur, horaires, description du cadavre, causes supposées de la mort...) et transmise à l'exploitant ;
- Un rapport de présentation avec une extrapolation des résultats en cas de mortalité significative ;
- La synthèse des résultats sous forme de tableur au format du standard éolien (SINP-DEPOBIO) ;
- L'étiquetage, le stockage et l'acheminement trimestriel si possible des cadavres vers les centres de stockage.

## 1-3- Période de suivi et fréquence de passage

Le « Protocole de suivi des parcs éoliens terrestres » (DGPR, DGALN, MTEs, 2018) prévoit la réalisation au minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 18 et 44 (début mai à début novembre). Les fréquences de passage pour chaque mois sont présentées ci-après :

**Tableau 1 : Fréquence des suivis de la mortalité suivis par ALTIFAUNE en 2024**

Parc	Dép.	Ville	Total passages / an	Nombre d'éoliennes	Calendrier prévisionnel 2024											
					J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Herbes blanches	79	Voulmentin	33	5			4	4	3	4	5	4	4	5		
Les Taillées	79	Champdeniers-Saint-Denis	25	3					3	4	5	4	4	5		

## 1-4- Méthode de prospection

---

Le suivi de la mortalité est réalisé conformément au « Protocole de suivi des parcs éoliens terrestres » (DGPR, DGALN, MTES, 2018).

Lorsque la végétation et la topographie le permettent, les cadavres d'oiseaux et de chauves-souris sont recherchés en réalisant des transects préférentiellement le matin et espacés de 5 à 10 m selon la détectabilité de la zone prospectée pouvant être caractérisée de la manière suivante :

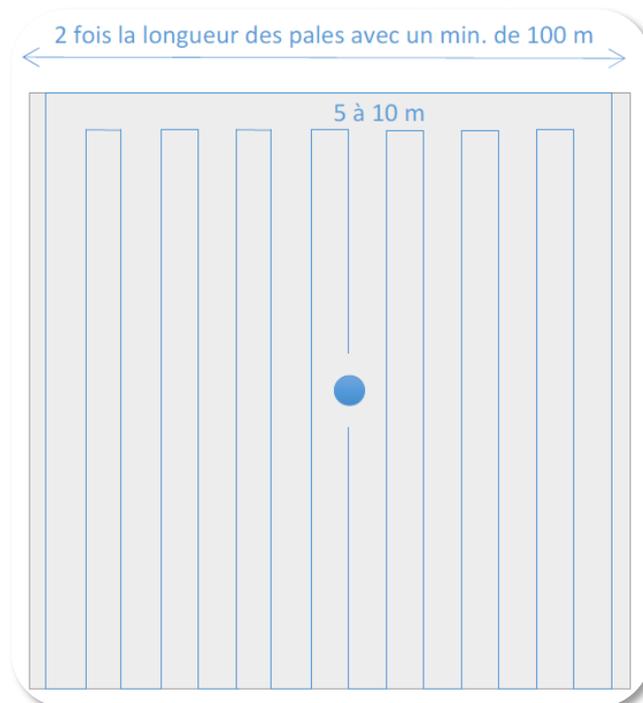
- Très bonne détectabilité : détection latérale d'un petit leurre à plus de 10 m
- Bonne détectabilité : détection latérale d'un petit leurre entre 5 m et 10 m
- Détectabilité moyenne : détection latérale d'un petit leurre entre 2,5 m et 5 m
- Mauvaise détectabilité : détection latérale d'un petit leurre inférieure à 2,5 m

### 1-4-1- Zones théoriques de recherche

---

La zone théorique de recherche correspond à un cercle de 100 m de diamètre (7 850 m<sup>2</sup>) ou à un carré de 100 m de côté (1 ha) ayant pour centre l'éolienne (cette dernière zone de recherche est ici retenue). Il est adapté par rotation autour des éoliennes de manière à couvrir la plus grande surface prospectable possible en considérant la topographie et la végétation.

**Figure 1 : Schéma de la surface-échantillon à prospector (DGPR, DGALN, MTES, 2018)**



### 1-4-2- Surface réellement prospectée

---

La surface réellement prospectée est variable dans le temps et l'espace. Elle correspond à la zone théorique de recherche (carré de 100 m de côté) à laquelle des zones peuvent être exclues si :

- La topographie présente un risque physique pour l'observateur ;
- L'accès n'est pas possible (ronciers, forts talus, sols instables...) ;
- La zone de recherche n'est pas à ciel ouvert (forêt) ;
- La détection latérale est inférieure à 2,5 m.

Les surfaces prospectables sont obligatoirement prospectées.

### 1-4-3- Coefficient surfacique

---

Lorsque la végétation et la topographie ne permettent pas de rechercher les cadavres d'oiseaux et de chauves-souris, la surface de recherche doit être calculée pour chaque éolienne afin de corriger l'estimation de la mortalité finale. Le coefficient surfacique ou coefficient correcteur de surface, nommé  $a$ , permet de prendre en compte les parties non prospectées contenues dans la zone théorique de prospection.

La formule utilisée dans la présente étude (CORNUT & VINCENT, 2010) est une simplification de celle de ARNETT (2005) qui intègre la proportion des surfaces prospectées par rayon et la répartition spatiale des cadavres :

$$\text{Coefficient surfacique} = \frac{\sum_k^7 C_k / S_k}{\sum_k^7 C_k}$$

$S_k$  : proportion de surface du cercle concentrique  $k$  prospecté  
 $C_k$  : nombre de cadavres comptés sur le cercle concentrique

Un coefficient surfacique sera calculé par mois afin d'obtenir une estimation de la mortalité plus précise. Calculer un coefficient surfacique sur une année de suivi risque de « lisser » les résultats et donc d'obtenir en définitive une estimation de la mortalité peu fiable.

Afin de permettre des comparaisons entre parcs éoliens à l'aide de surface théorique de prospection de 1 ha, seuls les cercles concentriques inférieurs à 56 m seront intégrés. Les calculs seront réalisés en considérant 4 cercles concentriques d'un rayon de 14 m, 28 m, 42 m et 56 m.

## 1-5- Collecte et gestion des données

---

### 1-5-1- Fiche de terrain

---

Lors de chaque passage, une fiche de terrain précisant les conditions de recherche (météo, observateur, horaires...) est renseignée.

### 1-5-2- Fiche de mortalité / d'incident

---

En cas de découverte d'un cadavre, une fiche de mortalité/d'incident (annexe 1) est renseignée (lieu et position GPS, observateur, horaire, description et photo du cadavre, causes supposées de la mort...). Les données sont ensuite saisies dans une base de données spécifique au site.

### 1-5-3- Information de l'exploitant

---

Les mortalités constatées sont signalées à l'exploitant dans les plus brefs délais et les fiches incident ainsi qu'un tableur lui sont transmis.

### 1-5-4- Rapport de synthèse et standard éolien

---

En fin de mission, un rapport de synthèse illustré (cartes et photos) présentant les résultats bruts et leur extrapolation en cas de mortalité significative est remis à l'exploitant. Parallèlement, la synthèse des résultats sous forme de tableur au format du standard éolien est remis à l'exploitant pour le téléversement SINP-DEPOBIO.

## 1-6- Collecte et gestion des cadavres

---

### 1-6-1- Collecte et transport des cadavres

---

Sur le terrain, les cadavres découverts sont photographiés, rapidement analysés, étiquetés et stockés dans un sac en plastique individuel et dans une glacière pour leur transport.

### 1-6-2- Stockage temporaire des cadavres

---

Les cadavres découverts sont déterminés au sein des locaux du bureau d'études ALTIFAUNE avant d'être congelés sous 24 h à -20°C. Pour chaque cadavre, une étiquette est glissée dans le sac en plastique individuel et ces mêmes informations sont reportées sur le sac ainsi que sur un registre de suivi des entrées et des sorties des locaux du bureau d'études ALTIFAUNE.

Conformément aux recommandations issues du PNA n°2 en faveur des chiroptères, après identification les cadavres de chiroptères doivent systématiquement être envoyés au Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges pour analyse.

## 1-7- Protocole d'identification des cadavres

Dans le cas de l'avifaune, les cadavres sont identifiés grâce aux compétences naturalistes de l'observateur, complétées avec les principaux guides naturalistes suivants :

- Guide d'identification des oiseaux en main (Laurent DEMONGIN) ;
- Le guide ornitho (MULLARNEY, SVENSSON & ZETTERSTROM, Delachaux et Niestle, 2023) ;
- Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale (FRAIGNEAU, Delachaux et Niestle, 2023).

Concernant les chiroptères, les principaux guides utilisés sont :

- Cahier technique pour l'identification des chiroptères en main et le relevée de données, produit dans le cadre du Plan National d'Action Chiroptères ;
- Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe par Christian DIETZ et Otto VON HELVERSEN.

Les cadavres sont soit directement identifiées sur place si les compétences naturalistes de l'observateur le permettent, soit identifiés au sein des locaux de l'agence ALTIFAUNE ouest.

## 1-8- Estimation de la mortalité

En cas d'impact significatif, une estimation standardisée de la mortalité par an et par éolienne est donnée en utilisant plusieurs méthodes d'extrapolation. En cas d'impact faible, seule l'utilisation des données brutes est utilisée, l'échantillon étant non significatif. En cas de persistance des cadavres inférieure à 1 jour, certains calculs d'extrapolation conduisent à des résultats aberrants ne permettant pas une évaluation objective et réaliste des données.

### 1-8-1- Modèles d'extrapolation de la mortalité par éolienne

En se basant sur les données collectées dans le cadre de suivis, plusieurs formules mathématiques permettent de fournir une estimation des niveaux de mortalité sur la période suivie, par éolienne et à l'échelle du parc éolien. Les formules les plus utilisées sont Winkelmann (1989, adaptée par André, 2005), Erickson (2000), Jones (2009), et Huso (2012). Les formules de Jones et d'Huso, plus récentes, présentent a priori une fiabilité plus importante. En effet, la formule de Winkelmann n'est pas utilisée dans ce rapport car elle surestime la réalité et qu'elle n'est pas utilisable si la persistance est égale à 0.

La formule d'Erickson permet de faire le calcul lorsque le taux de prédation est très élevé. Les formules de Jones et d'Huso prennent en considération qu'un cadavre peut être découvert dans l'intervalle de temps de passage au lieu du début de celle-ci.

**Tableau 2 : Formules utilisées**

Formules	Commentaires	
Erickson	$\frac{N \times l}{tm \times d}$	
Erickson (+ coef. surfac.)	$a \times \frac{N \times l}{tm \times d}$	
Winkelmann	$\frac{Na - Nb}{P \times d}$	Calcul impossible si la persistance est égale à 0
Jones	$a \times \frac{N}{d \times e \times P}$	
Huso	$a \times \frac{N}{d \times e \times P}$	Dérivée de Winkelmann, mais calcul possible si la persistance est égale à 0

Il est important de noter que des travaux de recherche sont en cours dans plusieurs pays (Portugal, Suisse, Allemagne, Etats-Unis, entre autres) sur ces modèles d'estimation de mortalité et les paramètres sont à considérer avec attention. Ces formules pourraient donc évoluer.

**Tableau 3 : Variables utilisées dans les calculs**

Variables	Nom	Formule
N (a)	Nombre de cadavres trouvés	
Nb	Nombre de cadavres retrouvés tués par une autre cause que les éoliennes	
d	Taux d'efficacité de recherche (détection)	
l	Durée de l'intervalle entre 2 visites (fréquence de passage)	
Tm (ou P)	Durée moyenne de persistance d'un cadavre (prédation)	
a	Coefficient de correction surfacique	
i	Intervalle effectif	$-\log(0.01) \times tm$

Variables	Nom	Formule
e	Coefficient correcteur de l'intervalle	$\frac{\text{Min}(I : i)}{I}$
P Jones*	Coefficient de persistance des cadavres	$e^{-0.5 \times I/tm}$
P Huso*	Coefficient de persistance des cadavres	$tm \times \frac{1 - e^{-\left(\frac{I}{tm}\right)}}{I}$

\*Dans les calculs de P Jones et P Huso, I prend la valeur minimale entre I et i (LPO Drôme, 2010).

### 1-8-2- Détermination des coefficients correcteurs

Au-delà d'un nombre de passages et d'une fréquence suffisante de recherche de cadavres, la détermination de coefficients correcteurs par la réalisation de tests statistiquement robustes est l'une des composantes principales de la pertinence des estimations de mortalité par les formules citées.

### 1-8-3- Types de leurres

Ces tests sont réalisés à l'aide d'un minimum de 20 cadavres provenant de fournisseurs spécialisés et agréés. Ces leurres, préalablement décongelés simulent des chauves-souris (jeunes rats, souris...) ou des oiseaux de différentes tailles (pigeons, cailles, poussins...).

**Tableau 4 : Type de leurres utilisés pour les tests de détection et de prédation**

Type de lure	Taille	Exemple
Oiseaux	Grande	Faisant, buse
	Moyenne	Pigeon, caille
	Petite	Poussin, passereau
Mammifères	Petite	Souris, jeune rat

Les leurres utilisés pour les tests de détection sont en général réutilisés pour les tests de prédation.

**Tableau 5 : Nature des leurres utilisés pour les deux tests de détection et prédation**

Type de leurres	Test de détection	Test de prédation	
		Herbes Blanches	Les Taillées
Pigeon	2	1	1
Caille	3	2	1
Poussin	5	4	2
Souris	10	8	5

### 1-8-4- Tests de détection (efficacité de l'observateur)

Deux tests d'efficacité des observateurs permettant d'évaluer leur capacité de détection ont été réalisés avec des leurres simulant des chauves-souris et des oiseaux.

20 leurres ont été disposés sous l'éolienne la plus représentative de la diversité des habitats (E9 pour le premier test et E6 pour le second). Ces tests ont été réalisés le 5 juin 2023 et le 9 octobre 2023.

Le « taux de détection » ou « efficacité du découvreur » (nommé d) est calculé ainsi :

$$d = \frac{\text{nombre de cadavres découverts}}{\text{nombre de cadavres déposés}}$$

Plusieurs observateurs sont testés afin d'assurer un éventuel remplacement lors de l'étude. Le taux de détection utilisé dans les formules est la moyenne de l'efficacité des découvreurs.

### 1-8-5- Tests de prédation (persistance des cadavres)

Deux tests de prédation permettant d'évaluer la persistance des cadavres seront réalisés avec des leurres simulant des chauves-souris et des leurres simulant des oiseaux. Trois leurres seront disposés sous chacune des éoliennes.

Des visites quotidiennes auront lieu jusqu'à la disparition des leurres avec des passages obligatoires les J+1, J+, J+3, J+6, J+9, J+13 et J+15 lors des deux tests.

$$T_m = \frac{((CR \text{ à } J+1 - CR \text{ à } J+3) \times \text{nb de jours } (J+1)) + ((CR \text{ à } J+3 - CR \text{ à } J+6) \times \text{nb de jours } (J+3)) + \dots + (CF \times \text{nb de jours final})}{\text{nombre de cadavres au départ}}$$

CR : Nombre de cadavres restant ; CF : Nombre de cadavres final

Un piège photographique sera placé au niveau d'une éolienne sélectionnée en fonction des indices de présence de mammifères (coulées, crottes, empreintes...) afin d'identifier les charognards et la fréquence de leurs passages lors des tests de prédation.

**Photo 1 : Exemple de charognards observés sur un parc éolien (ALTIFAUNE, 2023)**



**Fouine**



**Renard roux**