

Parc éolien de Lomont Est ⁽²⁵⁾

Suivi de mortalité en phase d'exploitation

- Rapport d'étude final // saison 2024 -

Référence // EDfr_Suivis_ICPE_Lomont_Est_2024_v2

Document du 26 mars 2025

Siteléco - Bureau d'études & de conseils en environnement

Agence Centre France // 33 allée vivaldi - 21 370 Velars-sur-Ouche

contact@siteleco.fr – 03 80 27 03 43 // www.siteleco.fr



Fiche de coordonnées

Cadre de l’étude

Parc éolien de Lomont Est (25)
Suivi mortalité en phase d’exploitation – Rapport d’étude final // saison 2024

EDF renouvelable

CEPE DU LOMONT

Représenté par EDF Renouvelables France

43 boulevard des bouvets

92000 NANTERRE

Interlocutrice

Marine DAVID

Chargée d’affaires Environnementales

06 27 73 59 24

Marine.DAVID@edf-re.fr

SITELÉCO



S.A.R.L Siteleco – Agence Centre France

33 allée vivaldi – 21370 VELARS-SUR-OUCHÉ

03 80 27 03 43

contact@siteleco.fr

www.siteleco.fr

Sommaire

Cadrage préalable	4
1. Contexte de la mission	4
2. Localisation et caractéristiques du parc éolien de Lomont Est.....	4
3. Notion de patrimonialité	5
3.1. Notion de patrimonialité.....	5
3.2. Listes et réglementations utilisées	5
Suivi de mortalité de l’avifaune et des chiroptères	7
1. Cadre règlementaire de la mission	7
2. Suivi antérieur sur le parc	7
3. Objectifs du suivi de mortalité.....	7
4. Présentation des protocoles appliqués	7
4.1. Éoliennes suivies.....	8
4.2. Surface prospectée	8
4.3. Occupation du sol & coefficient surfacique « A »	9
4.4. Balisage et détermination des cadavres	9
4.5. Méthodologie d’estimation de la mortalité	9
4.5.1. Protocole d’estimation de l’efficacité de recherche (test observateur)	10
4.5.2. Protocole d’estimation des taux de prédation (test de persistance)	10
4.5.3. Protocole d’analyse statistique des formules d’estimations de la mortalité	12
5. Résultats de prospection du suivi de mortalité	12
5.1. Calendrier et résultats bruts.....	12
5.2. Note sur les espèces identifiées	13
5.3. Résultats du test observateur (Estimation du taux d’efficacité)	13
5.4. Résultats du test prédation (Estimation du taux de persistance)	14
5.5. Estimation du taux de mortalité « N » pour chaque éolienne	14
5.5.1. Estimation du « N » pour E11	15
5.5.2. Estimation du « N » pour E12.....	15
5.5.3. Estimation du « N » pour E13.....	15
5.5.4. Estimation du « N » pour E14.....	15
5.5.5. Estimation du « N » pour E15.....	16
5.6. Analyse de « N » à l’échelle du parc éolien	16
Conclusion	17

Annexe 18

Liste des cartes

Carte 1. Localisation du parc éolien de Lomont Est	4
Carte 2. Zones de prospection théorique.....	8

Liste des figures

Figure 1. Classe de patrimonialités spécifiques et méthodologie	5
Figure 2. Textes législatifs et listes rouges utilisés	5
Figure 3. Définition des critères des listes rouges de l’UICN	6
Figure 4. Résultats du suivi de mortalité de 2023	7
Figure 5. Schématisation du mode de prospection autour des éoliennes.....	8
Figure 6. Illustration de l’occupation du sol au niveau des zones à prospecter	9
Figure 7. Prises de mesures sur des cadavres de chiroptères	9
Figure 8. Méthodes mathématiques d’estimation de la mortalité « N ».....	10
Figure 9. Illustrations des leurres pour le test observateur	10
Figure 10. Protocoles de mortalité // Calendrier, Intervenants & résultats bruts.....	12
Figure 11. Résultats du test observateur	13
Figure 12. Suivi du test de prédation	14
Figure 13. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E11.....	15
Figure 14. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E12.....	15
Figure 15. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E13.....	15
Figure 16. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E14.....	15
Figure 17. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E15.....	16
Figure 18. Indices de mortalité sur la période considérée // Parc toutes éoliennes confondues	16
Figure 19. Synthèse des valeurs d’estimation de « N »	16
Figure 20. Surface prospectée par éolienne au cours de la période de suivi	18
Figure 21. Données des tests de prédation	18
Figure 22. Données des tests observateur	18
Figure 23. Données du suivi mortalité	18

Cadrage préalable

1. Contexte de la mission

Un plan de bridage nocturne en faveur des chiroptères a été mis en place sur le parc éolien de Lomont-Est (25). Depuis 2017, à la suite des résultats du suivi de la mortalité sur l’année 2016. En 2024, la société **CEPE DU LOMONT**, représenté par **EDF renouvelables France** a missionné le bureau d’étude **SITELECO** afin de réaliser un **suivi environnemental post-implantation** permettant d’évaluer la mortalité de l’avifaune et des chiroptères du parc ainsi que le bon fonctionnement du SDA implanté sur le parc fin 2023.

Ce suivi se décline en une phase unique, à savoir :



- Un suivi post-implantation type **suivi de mortalité « avifaune & chiroptères »** ;

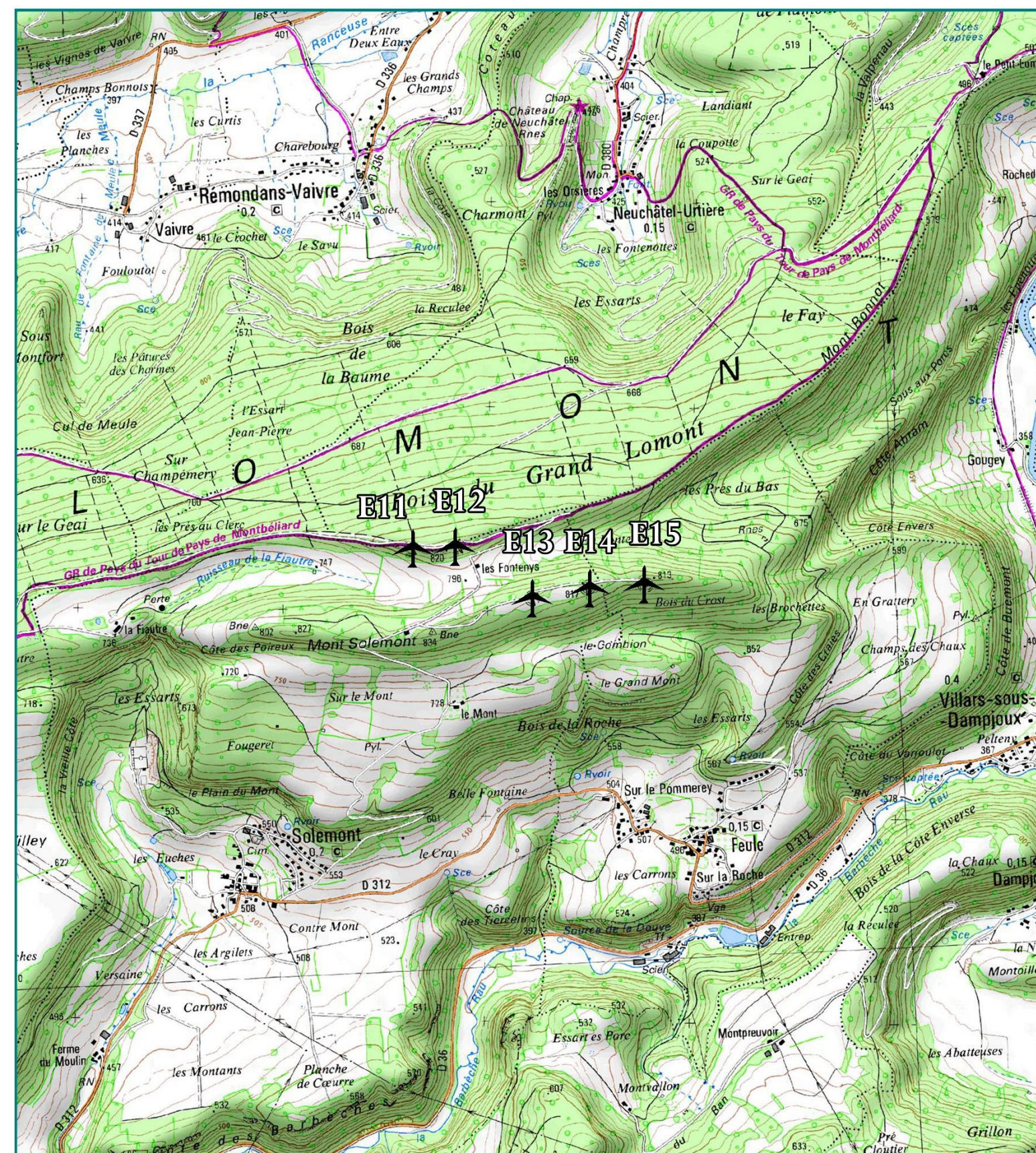
La mission a débuté fin février 2024 jusqu’à mi-novembre 2024.

2. Localisation et caractéristiques du parc éolien de Lomont Est

Le parc éolien concerne trois communes du Doubs (25 – région Bourgogne-Franche-Comté) à savoir Solemont, Neuchâtel-Urtière et Feule. Il se situe à environ 1,5 km au Nord de Solemont et Feule et à 2 km au Sud de Neuchâtel-Urtière. Il s’insère dans le prolongement du Parc du Lomont Ouest dans un contexte exclusivement forestier, au niveau du Bois du Crost et sur la crête du lieu-dit « Les Fonteny ». Le parc, qui culmine entre 790 et 820 m d’altitude, se compose de cinq éoliennes V90 (Vestas), pour une puissance totale de 10 MW.

La cartographie suivante permet d’apprécier le site d’aménagement final du parc éolien de Lomont Est. Les cinq éoliennes ont été numérotées, d’Ouest en Est, de E11 à E15.

Carte 1. Localisation du parc éolien de Lomont Est



Parc éolien de Lomont Est



Eoliennes du parc éolien



3. Notion de patrimonialité

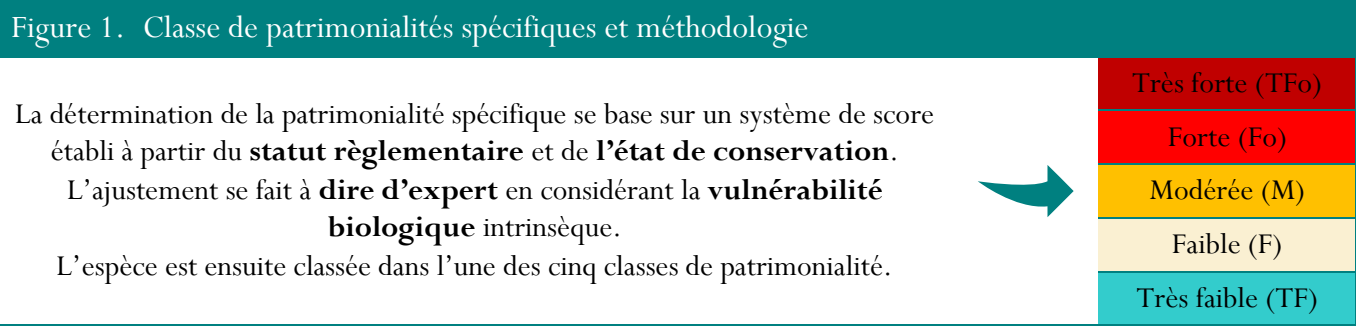
3.1. Notion de patrimonialité

La patrimonialité est une notion abordée dans le pré-diagnostic et qui se base uniquement sur les statuts de protection et conservation d’une espèce. Elle ne considère pas la fonctionnalité de ladite espèce avec la zone d’étude, nous évoquerons alors le terme d’enjeu.

La patrimonialité est définie à partir :

- Du **statut réglementaire** de l’espèce : protégée ou non, visée par les annexes des directives Habitats-Faune-Flore et Oiseaux, etc. ;
- De **l’état de conservation** actuel et prévisible de la population locale de l’espèce : statut des listes rouges nationales, listes locales, listes prioritaires pour la conservation des espèces etc. ;
- De la **vulnérabilité biologique** intrinsèque de l’espèce : production annuelle faible ou importante de l’espèce etc.

La patrimonialité est répartie en cinq catégories :



Concrètement, une espèce Natura 2000, protégée, fortement menacée dont l’habitat naturel est rare, aura une patrimonialité forte à très forte. *A contrario* une espèce non protégée et commune dont l’habitat est tout à fait ordinaire aura une patrimonialité très faible.

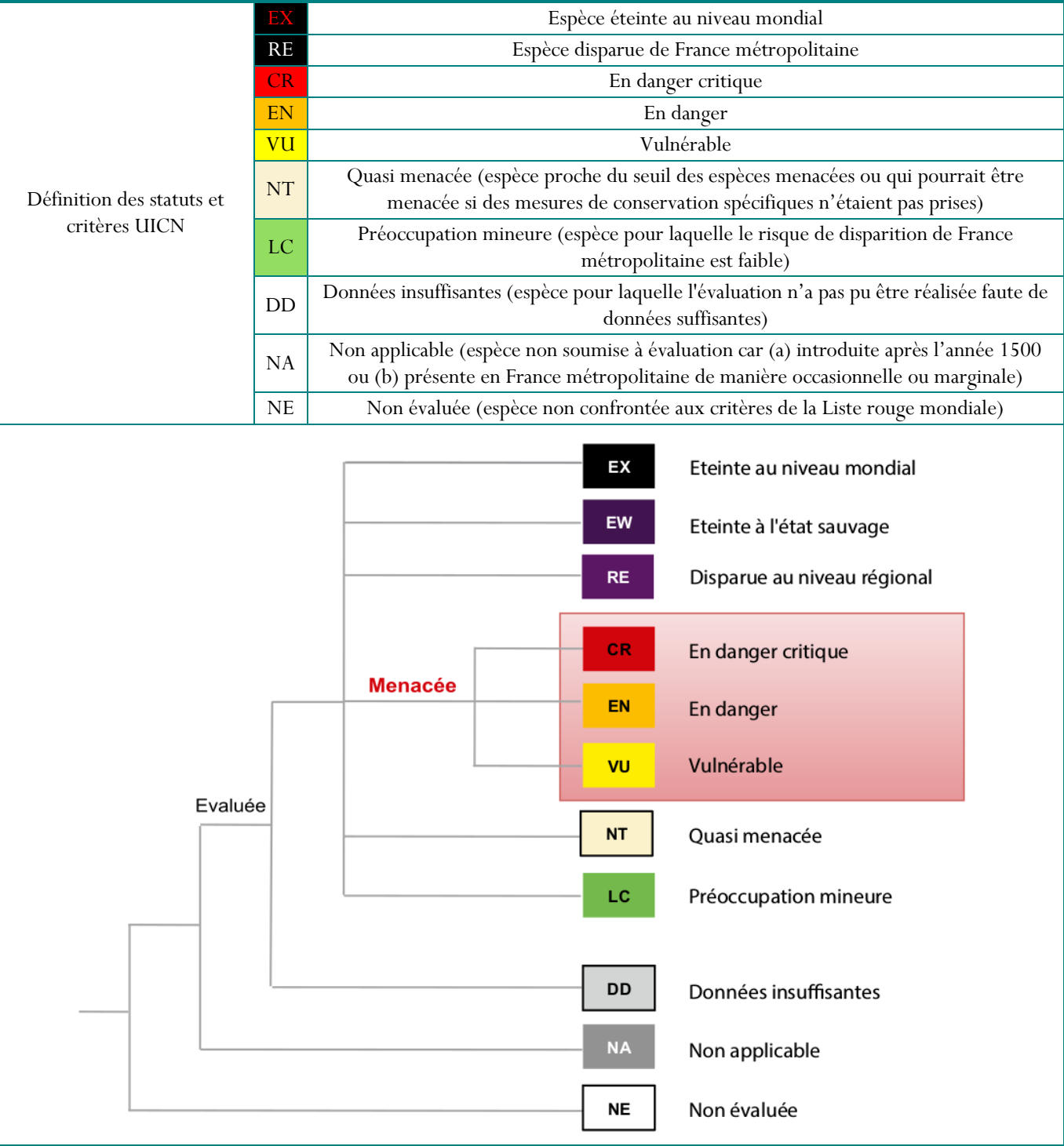
3.2. Listes et réglementations utilisées

Ci-après sont détaillés les listes rouges ainsi que les textes réglementaires et législatifs utilisés tout au long du document.

Figure 2. Textes législatifs et listes rouges utilisés		
	Liste rouge nationale	Liste Rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (2016)
	Liste rouge régionale	Liste Rouge Régionale de Franche-Comté (2018)
	Réglementation régionale	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
	Liste rouge nationale	Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2017)
	Liste rouge régionale	Liste rouge des chauves-souris menacées en Franche-Comté (validée par le CSRPN en 2008)
	Réglementation régionale	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
<i>Natura 2000</i>		Directive « Oiseaux » - DIRECTIVE 2009/147/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages
		DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages

La figure suivante présente et définit les critères des listes rouges de l’UICN.

Figure 3. Définition des critères des listes rouges de l’UICN



Suivi de mortalité de l’avifaune et des chiroptères

L’exploitation d’un parc éolien est susceptible d’engendrer des incidences sur la biodiversité, en particulier sur la faune volante. L’avifaune et les chiroptères sont les groupes de faune volante les plus impactés par ces installations lors de la phase d’exploitation. Dans certaines conditions, la rotation des pales des éoliennes peut engendrer de la mortalité par **collision** ou **barotraumatisme**. L’objet de cette étude est d’évaluer les impacts potentiellement engendrés par l’exploitation du parc éolien sur la faune volante.

1. Cadre règlementaire de la mission

Dans le cadre de l’exploitation du parc éolien de Lomont Est, le suivi de mortalité est directement régi par le Code de l’environnement, article 12 de l’arrêté du 26 août 2011. La méthodologie est quant à elle recommandée par le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révision 2018.

Le suivi de mortalité est réalisé sur les 5 éoliennes du parc éolien de Lomont Est pour une durée de neuf mois et demi à partir de mars 2024. Il est axé sur les volets avifaune/chiroptères.

A noter qu’un **plan de bridage est mis en place sur les cinq aérogénérateurs du parc** depuis 2017. Il consiste, à la mise en drapeau des pales avec des modalités différentes selon les éoliennes. Pour les éoliennes E12 et E14, du 01/04 au 30/06, le bridage s’effectue sous 3,5 m/s de vent entre 20h et 17h, et du 01/07 au 31/10 sous 5 m/s de vent entre 17h et 7h.

Pour les éoliennes E11, E13 et E15 le bridage s’effectue sous 3,5 m/s de vent entre 20h et 17h, et du 01/07 au 31/10 sous 4m/s de vent entre 17h et 7h mais entre 19h et 7h si le vent si situe entre 4 m/s et 5 m/s.

. Des systèmes de détection de l’avifaune (SDA) sont également installés sur les éoliennes du parc depuis fin d’année 2023.

2. Suivi antérieur sur le parc

Un suivi de mortalité a déjà été effectué sur le parc de Lomont-Est en 2023. Lors du suivi mortalité réalisée en 2023, 1 cadavre d’oiseau (1 Bécasse des bois) a été retrouvé. Les indices de mortalité qui en résulte sont les suivants :

Figure 4. Résultats du suivi de mortalité de 2023

Chiroptères			Oiseaux		
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
Estimation de « N » // E11					
0	0	0	9,71	31,21	12,13
-			Soit par jour sur toute la période (cadavre/éolienne/jour)		« N » = 0,05
Estimation de « N » // E12					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E13					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E14					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E15					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // Parc					
0	0	0	3,97	5,50	4,39
-			Soit par jour sur toute la période (cadavre/éolienne/jour)		« N » = 0,02

3. Objectifs du suivi de mortalité

Les objectifs du suivi sont de :

- **Juger du niveau d’impact** engendré par l’exploitation du parc éolien ;
- **Estimer la mortalité potentiellement** engendrée au niveau des éoliennes en exploitation ou conclure sur une **mortalité non significative** ;
- Évaluer l’efficacité des **mesures de réduction** des impacts en vigueur (bridage, SDA) ;
- Constituer **une base de données** relatives aux incidences de l’exploitation des parcs éoliens sur la faune volante en France métropolitaine.

4. Présentation des protocoles appliqués

Le protocole, les conditions du suivi et les méthodologies d’estimation de la mortalité et des taux (observateurs et prédateurs) suivent les recommandations du document « **Protocole de**

suivi environnemental des parcs éoliens terrestre – révision 2018 ». À ce titre, un passage de suivi de mortalité est réalisé une fois par semaine sur la période du printemps à l’automne (28 février 2024 au 15 novembre 2024). Cette phase de terrain comptabilise un total de 38 sorties, permettant d’obtenir des résultats plus précis que les 20 sorties préconisées par le protocole. Les dates et conditions d’expertise sont présentées dans le tableau récapitulatif des expertises de terrain.

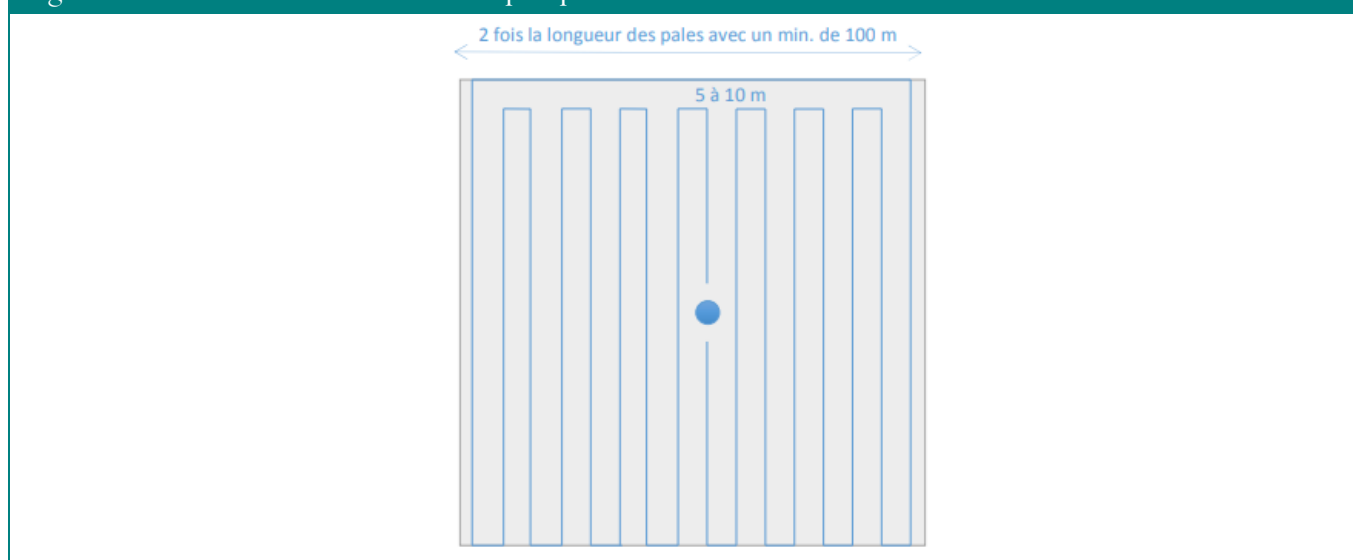
4.1. Éoliennes suivies

Comme le stipule la réglementation, **le suivi est réalisé sur l’ensemble des 5 éoliennes**. Il est, en effet, préconisé de suivre la totalité des éoliennes dans le cas où le parc présente 8 éoliennes et moins.

4.2. Surface prospectée

Les recherches sont effectuées **au sein d’un carré de 2 fois la longueur des pâles avec un minimum de 100 m soit ici un carré de 100m**. Des transects pédestres de 5 à 10 m de distance sont réalisés (voir figure ci-dessous). La durée moyenne de recherche pour une éolienne est estimée à 30 minutes (source : Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres - révision 2018). Cette durée est toutefois souvent majorée compte tenu des difficultés d’accès à certains secteurs de la parcelle à prospecter. Enfin les recherches débutent dès le lever du jour.

Figure 5. Schématisation du mode de prospection autour des éoliennes



La cartographie suivante présente les zones de prospection théorique au niveau des éoliennes du parc.

Carte 2. Zones de prospection théorique



Parc éolien de Lomont Est
 Éoliennes du parc
 Zones de prospections de 100 m par 100 m



4.3. Occupation du sol & coefficient surfacique « A »

En cas de présence de végétation dense sur la surface à prospecter, nous prospectons uniquement les zones accessibles, praticables et avec une visibilité suffisante du sol. Ensuite, la surface échantillonnée fait l’objet d’une correction proportionnelle via l’application d’un coefficient surfacique.

Ici, les éoliennes étant implantées en majorité dans des milieux forestiers partiellement praticables, les milieux denses ont été prospectés lorsque les conditions le permettaient. Seules les zones de végétation trop dense et de talus abruptes n’ont pas pu être prospectées.

La surface prospectée est notée lors de chaque passages, puisqu’elle peut varier en fonction de l’observateur et/ou de la végétation présente selon la période de l’année. Elle permet de calculer le coefficient surfacique utilisé dans le calcul des indices de mortalité de manière à prendre en compte le biais engendré par les zones non-prospectables. Dans le cas présent, les zones ouvertes tout comme les sous-bois ont pu être prospectés, résultant en une couverture totale de la zone.

Outre des milieux forestiers, l’occupation du sol au niveau des zones à prospecter se compose de zones rudéralisées (chemins, plateformes).

Figure 6. Illustration de l’occupation du sol au niveau des zones à prospecter



Les plateformes et pistes sont propices à l’application du protocole. En revanche les prospections au sein des milieux forestiers sont plus délicates. Source : Siteléco

4.4. Balisage et détermination des cadavres

Lorsqu’un cadavre d’oiseau ou de chauve-souris est retrouvé dans le secteur de prospection, le cadavre est photographié sous différents angles de vue, localisé par GPS et une fiche de terrain standardisée est complétée. Cette fiche renseigne les informations suivantes :

- La date, l’heure et le nom du découvreur ;

- La localisation (coordonnées GPS, le numéro de l’éolienne la plus proche, la distance en mètres et l’orientation du cadavre vis-à-vis du mât de cette éolienne, la couverture végétale au niveau de cette découverte) ;
- La description et l’identification du cadavre ;
- L’état de l’individu (vivant, mort, fragment) ;
- L’état du cadavre (frais, avancé, décomposé, sec) ;
- La cause présumée de la mort.

Figure 7. Prises de mesures sur des cadavres de chiroptères



4.5. Méthodologie d’estimation de la mortalité

La mortalité peut être évaluée selon différentes échelles spatio-temporelles :

- Analyse des **espèces et des cortèges** retrouvés ;
- Analyse de la répartition des **cadavres par éoliennes** ;
- Analyse de la **situation vis-à-vis des éoliennes** ;
- Analyse **temporelle** de la mortalité (pic de mortalité par exemple).

Plusieurs méthodes de calculs sont aujourd’hui connues pour évaluer le taux de mortalité « N » des éoliennes sur les oiseaux et les chauves-souris. Trois seront utilisées dans le cadre de cette étude :

- Protocole « **HUSO** » : HUSO (2010), toujours en considérant une mortalité constante, il considère que la probabilité de disparition au point moyen de l’intervalle (voire

- protocole « JONES »), n’est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d’un cadavre ;
- Protocole « **ERICKSON** » : En 2000, ERICKSON utilise une formule qui intègre la durée de persistance moyenne des cadavres. Cette formule présente l’avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance sur la durée de l’intervalle vaut 0 ;
 - Protocole « **JONES** » : JONES et al. (2009) proposent une nouvelle méthode. Celle-ci repose sur plusieurs postulats. D’abord, le taux de mortalité est constant sur l’intervalle utilisé qui est ici de 3 ou 4 jours, et ensuite, la durée de persistance d’un cadavre suit une variable exponentielle négative. Enfin, elle suppose aussi que la probabilité de disparition moyenne sur l’intervalle de 3 ou 4 jours correspond à la probabilité de disparition d’un cadavre tombé à la moitié de l’intervalle.

Chacune de ces méthodes possède des avantages et des inconvénients mais celles développées par JONES et HUSO semblent être les plus fiables (Tran et Roux, 2012). Ces deux méthodes sont très similaires, la principale différence est la manière d’estimer le taux de prédation. Toutes les méthodes utilisent des paramètres de corrections communs, pour lesquels les tests seront réalisés au cours du suivi.

Dans le cadre de l’analyse des données, les méthodes de JONES et d’HUSO seront privilégiées

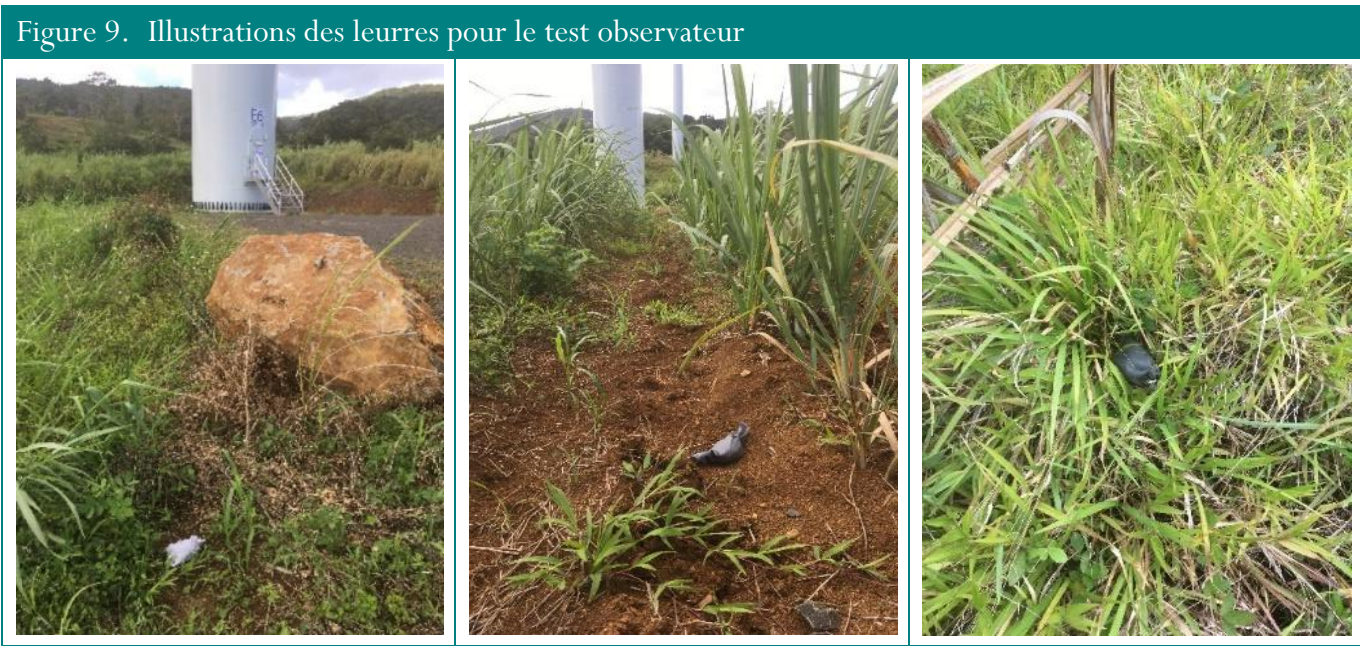
Figure 8. Méthodes mathématiques d’estimation de la mortalité « N »	
Test d’ERICKSON	$N = \left(\frac{I \times C}{t \times d} \right) \times A$
Test de JONES	$N = \frac{C}{d \times p \times \hat{e}} \times A \text{ avec } p = \exp^{(-0,5 \times \frac{I}{t})}$
Test d’HUSO	$N = \frac{C}{d \times p \times \hat{e}} \times A \text{ avec } p = t \times (1 - \exp^{-\frac{I}{t}}) / I$
N : Taux de mortalité C : Nombre de cadavres comptés sur la période considérée (saisons, mois, décades, semaines...). Il s’agit du nombre brut de cadavres d’oiseaux ou de chauves-souris retrouvés par l’observateur ; p : Taux de prédation. Proportion de cadavres qui perdurent au-delà de l’intervalle entre deux passages (7 jours). d : Taux d’efficacité de l’observateur. A : Coefficient de correction surfacique simplifié = (Ck/Sk)/Ck Où Sk est la proportion prospectée du carré de 1ha et Ck est le nombre de cadavres comptés sur le carré prospecté. Par l’accès parfois délicat, voire impossible, de certains secteurs des surfaces à prospecter, l’ensemble du carré de 1 ha ne peut pas toujours être inventorié. Ainsi, il est nécessaire d’intégrer aux calculs d’estimation de la mortalité un coefficient correcteur de la surface, noté « A ». ARNETT (2005) propose une formule pour calculer A. La formule appliquée lors de cette étude sera une simplification de celle d’ARNETT. I : Intervalle de temps. Nombre de jours entre chaque passage soit 6 - 7 – 8 jours ; i : Intervalle effectif = - log(0,01) x t ; t : Durée de persistance - Nombre de jour moyen durant lequel les cadavres perdurent sur place ; ê : Coefficient correcteur de l’intervalle = Min (I : î) / I.	

4.5.1. Protocole d’estimation de l’efficacité de recherche (test observateur)

Conformément au protocole officiel, ce test est réalisé au moins **deux fois par an**. Chaque observateur réalise le test. Les dates et conditions d’application de ce test sont présentées dans le tableau récapitulatif des expertises de terrain « *Calendrier, Intervenants & Conditions météorologiques* ».

Au total, 20 leurres ont été disposés par session sur l’ensemble du parc en fonction de la végétation présente (4 leurres par éolienne). Les leurres correspondent à des **pierres de taille variable enveloppées de tissu** de couleur grise, bleu, blanche ou noire. L’objectif est de mimer au mieux des cadavres de chiroptères et d’oiseaux de différentes espèces, de tailles et de couleurs variables.

Les leurres ont été déposés au sein du carré à prospecter, en prenant soin de les répartir dans l’ensemble des habitats naturels présents. Sans avoir vu où ont été placés les leurres, l’observateur entame ensuite ses recherches selon la méthode de recherche de cadavre habituelle. Le nombre de leurres retrouvés inopinément permet de déterminer le **taux d’efficacité observateur**.



4.5.2. Protocole d’estimation des taux de prédation (test de persistance)

Afin de calculer une estimation de mortalité représentative de la réalité, il est important de déterminer la pression de prédation à l’échelle du parc. Dans le cadre du suivi de mortalité, les prospections se font une fois par semaine, tous les mercredis. Les cadavres sont alors potentiellement prédatés entre deux prospections et donc non retrouvés par l’observateur.

Le test de persistance des cadavres est réalisé **deux fois par an** conformément à la préconisation du document directeur.

Les dates et conditions d’application de ce test sont présentées dans le tableau récapitulatif des expertises de terrain « *Calendrier, Intervenants & Conditions météorologiques* ».

Des **pièces de viande** ont été utilisées pour mimer des cadavres d’oiseaux ou de chiroptères. Quatre pièces sont dispersées sous chaque éolienne. Un passage de vérification est réalisé le lendemain des dépôts (J+1) puis à J+3, J+7, J+10 et J+14 jusqu’à disparition des cadavres (période maximale de 14 jours). Le nombre de pièces retrouvées à chaque passage définit un taux de persistance permettant de pallier le biais dû à la prédation des cadavres lors du calcul d’estimation de la mortalité.

4.5.3. Protocole d’analyse statistique des formules d’estimations de la mortalité

Lors d'un suivi de mortalité, les prospections répétées sous les éoliennes constituent un processus aléatoire. Ainsi, les estimations de mortalité doivent être associées à un intervalle de confiance. Cependant, la nature du jeu de données collecté lors d'une année de suivi de la mortalité ne permet pas directement de calculer des intervalles de confiance.

Pour y remédier, les chercheurs Aurélien Besnard et Cyril Bernard (UMR5175, Centre d’Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Montpellier) ont développé l'application EolApp. Cette application web permet de quantifier les incertitudes associées aux estimations de mortalité liées aux éoliennes. Afin d'introduire de la variabilité, la méthode du bootstrap est utilisée. Cette technique consiste en la création d'échantillons multiples à partir d'un échantillon unique, en effectuant des ré-échantillonnages : des données sont tirées au sort aléatoirement au sein du jeu de données existant, de manière à former de nouveaux jeux de données de même taille et présentant des résultats similaires mais légèrement différents d'un ré-échantillonnage à l'autre. C'est ainsi que de la variabilité est générée, en simulant des répliquats statistiques.

Trois variables sont concernées par le processus de ré-échantillonnage : le nombre de cadavres détectés à chaque visite, la durée de persistance des cadavres et l'efficacité de détection.

Néanmoins, l'application permet uniquement de faire un calcul à la fois, sans qu'il soit possible de tenir compte de la mortalité sur plusieurs taxons (chiroptères/oiseaux) ou plusieurs éoliennes, de changements dans la surface prospectée ou encore d'observateurs multiples.

C'est pourquoi le script correspondant aux calculs réalisés par EolApp a été téléchargé et adapté aux caractéristiques du présent suivi. Les calculs ont été effectués avec R version 1.2.5001.

10 000 ré-échantillonnage ont été réalisés par bootstrap non-paramétrique sur les données collectées, sur le nombre de cadavre détecté à chaque visite, sur la durée de persistance des cadavres et sur l'efficacité de l'observateur, générant 10 000 nouveaux jeux de données proches du jeu de données existant.

L'implication de plusieurs observateurs au cours du suivi de mortalité a été prise en compte, les résultats des tests observateurs de chacun des participants ont été intégrés proportionnellement à leur contribution, et ce pour chacune des répétitions bootstrap. Les taux de surface prospectée

correspondant aux tirages du nombre de cadavres ont également été associés lors de chacune des répétitions.

Les résultats obtenus incluent la médiane des estimations et l'intervalle de confiance à 95% (bornes à 2,5% et 97,5%), similairement aux résultats d'EolApp, pour les chiroptères et les oiseaux, à l'échelle du parc et à l'échelle de chaque éolienne, pour les formules validées par le ministère de l’Écologie, du développement durable et de l’énergie.

5. Résultats de prospection du suivi de mortalité

5.1. Calendrier et résultats bruts

Le tableau suivant synthétise le calendrier des expertises du suivi de mortalité. Il présente la date de sortie, l’expert, le protocole réalisé et si un cadavre a été retrouvé ou non au pied d’une éolienne. Trente-huit journées de prospection ont été effectuées entre le 28 février 2024 et le 15 novembre 2024.

Figure 10. Protocoles de mortalité // Calendrier, Intervenants & résultats bruts				
N° sorties	Dates	Experts	Cadavres retrouvés (numéro de l'éolienne)	Protocoles
1	28/02/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
2	06/03/2024	Lucas BONE & Agustin PUTIGNY	/	Protocole standard & Test observateur
3	13/03/2024	Agustin PUTIGNY	/	Protocole standard
4	20/03/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
5	27/03/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
6	03/04/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
7	10/04/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
8	17/04/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
-	23/04/2024	Lucas BONE	/	Test prédation
9	24/04/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard & Test prédation
-	26/04/2024	Lucas BONE	/	Test prédation
10	01/05/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
11	08/05/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
12	15/05/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
13	22/05/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
14	29/05/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
15	05/06/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
16	12/06/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
17	19/06/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
18	26/06/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
19	03/07/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
20	10/07/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
21	17/07/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
22	24/07/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
23	31/07/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard

Figure 10. Protocoles de mortalité // Calendrier, Intervenants & résultats bruts				
N° sorties	Dates	Experts	Cadavres retrouvés (numéro de l'éolienne)	Protocoles
24	07/08/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
25	14/08/2024	Aguistin PUTIGNY	/	Protocole standard
26	21/08/2024	Aguistin PUTIGNY	/	Protocole standard
27	28/08/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
28	04/09/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
-	10/09/2024	Lucas BONE	/	Test prédation
29	11/09/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard & Test prédation
-	13/09/2024	Annaëlle PINGET	/	Test prédation
-	17/09/2024	Lucas BONE	/	Test prédation
30	18/09/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
31	25/09/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
32	02/10/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard & Test observateur
33	09/10/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
34	16/10/2024	Aguistin PUTIGNY	/	Protocole standard
35	23/10/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
36	30/10/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
37	06/11/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard
38	15/11/2024	Lucas BONE	/	Protocole standard

Figure 11. Résultats du test observateur						
Date	Éoliennes / Leurres retrouvés					Efficacité
	E11	E12	E13	E14	E15	
Nombre de leurres déposés	4	4	4	4	4	20
06/03/2024 (Lucas BONE)	0	2	2	1	2	7 (35%)
06/03/2024 (Aguistin PUTIGNY)	2	1	3	0	2	8 (40%)
Nombre de leurres déposés	4	4	4	4	4	20
02/09/2024 (Lucas BONE)	3	2	2	2	3	12 (60%)
02/09/2024 (Aguistin PUTIGNY)	2	3	3	3	1	12 (60%)

L'essentiel...

En période printanière, le taux de découverte des leurres est de 35 à 40 % d'efficacité en fonction de l'observateur. Cette valeur est assez faible et se traduit notamment par les difficultés de recherche dans les milieux forestiers.

Sur la fin d'été le taux est entre 60 % pour les deux observateurs. La date de pose des leurres, la variabilité du test ou les compétences de l'observateur peuvent expliquer ces résultats.

Le taux d'efficacité de l'observateur calculé permettra de pallier le biais intrinsèque à l'observateur et celui lié au recouvrement de la végétation, qui peuvent rendre la découverte de cadavres non-exhaustive.

5.2. Note sur les espèces identifiées

Aucun individu impacté n’a été retrouvé sur la saison 2024.

5.3. Résultats du test observateur (Estimation du taux d’efficacité)

Les tests observateurs ont été réalisés les 06/03/2024 et le 02/09/2024.

Les résultats sont :

- Au printemps* // Sur les 20 leurres déposés sur l’ensemble du parc de Lomont Est, les observateurs ont retrouvé 7 et 8 leurres, soit environ 37%. Cette valeur traduit la difficulté à détecter les potentiels cadavres en milieu forestier.
- En fin d’été* // Sur les 20 leurres déposés sur l’ensemble du parc de Lomont Est, les observateurs ont retrouvé 12 leurres, soit 60%.

Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau suivant.

5.4. Résultats du test prédation (Estimation du taux de persistance)

Les pièces de viande allouées aux tests prédatons ont été déposés le 23/04/2024 et le 10/09/2024. Les résultats de ces tests sont présentés dans le tableau suivant.

Figure 12. Suivi du test de prédation						
Date	Éoliennes / Pièces de viande restantes					Efficacité
	E11	E12	E13	E14	E15	
Dépôt le 23/04/2024	4	4	4	4	4	20
24/04/2023	0	0	0	0	1	1 (5%)
26/04/2023	0	0	0	0	0	0 (0%)
Dépôt le 10/09/2024	4	4	4	4	4	20
11/09/2023	3	3	0	1	1	8 (40%)
13/09/2023	1	1	0	0	0	2 (10%)
17/09/2023	0	0	0	0	0	0 (0%)

Ce tableau montre une **forte prédation** sur l’ensemble du parc éolien de Lomont Est. Les morceaux de viande ont été prédatés **en moins de trois jours au printemps et presque la totalité ont disparu dès le premier jour**. En été la prédation a été un peu plus faible avec une disparition **en une semaine**. Cela pourrait s’expliquer par le cycle de reproduction et la présence de potentiel jeune Il faut également noter qu’il y a une différence de pression de prédation entre les deux blocs E11, E12 et E13, E14, E15 en été. Cela signifie que certains cadavres d’oiseaux ou de chiroptères ont pu être prédatés dans l’intervalle, induisant ainsi un biais entre la mortalité trouvée et la mortalité réelle de l’exploitation du parc sur la faune volante.

L’essentiel...

La prédation est forte sur l’ensemble des deux périodes, avec une durée de persistance faible. La totalité des pièces de viande déposées initialement a disparues après trois jours au printemps et une semaine en été. La disparition des morceaux de viande reste importante avec plus de 95 % d’entre eux consommés après 3 jours. Les durées de persistance sont incluses dans le calcul des probabilités de persistance d’un cadavre, qui permettent de pallier le biais lié à la prédation sur le parc qui peut rendre la découverte de cadavres non-exhaustive.

5.5. Estimation du taux de mortalité « N » pour chaque éolienne

Cette partie s’applique à estimer le taux de mortalité, noté « N », pour chacune des 5 éoliennes étudiées du parc. Les indices « N » sont, dans un premier temps, calculés 10 000 fois puis compilés afin d’en sortir la médiane et l’intervalle de confiance à 95 % et présentés sous forme de graphique selon les formules d’ERICKSON, de JONES et d’HUSO. **D’après les études de Tran et Roux en 2012 la méthode d’HUSO semble la plus pertinente**. Celle-ci sera alors privilégiée dans les analyses.

Le tableau qui accompagne le graphique présente les résultats de l’estimation du « N » sur la période allant du 28/02/24 au 15/11/24 pour chaque formule statistique. L’indice de confiance à 95% permet d’évaluer la limite haute et basse entre lesquelles doit se trouver la mortalité d’une année dans 95% des cas. L’entièreté de la surface de chaque zone d’étude ayant été prospectée, la surface de prospection utilisée lors des calculs est de 100%.

5.5.1. Estimation du « N » pour E11

Figure 13. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E11					
Chiroptères			Oiseaux		
Données brutes					
-			-		
Estimation de « N »					
Médiane					
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intervalle de confiance à 95%					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Aucun animal n’a été impacté par l’éolienne E11 durant la période étudiée.

5.5.2. Estimation du « N » pour E12

Figure 14. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E12					
Chiroptères			Oiseaux		
Données brutes					
-			-		
Estimation de « N »					
Médiane					
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intervalle de confiance à 95%					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Aucun animal n’a été impacté par l’éolienne E12 durant la période étudiée.

5.5.3. Estimation du « N » pour E13

Figure 15. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E13					
Chiroptères			Oiseaux		
Données brutes					
/			/		
Estimation de « N »					
Médiane					
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intervalle de confiance à 95%					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Aucun animal n’a été impacté par l’éolienne E13 durant la période étudiée.

5.5.4. Estimation du « N » pour E14

Figure 16. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E14					
Chiroptères			Oiseaux		
Données brutes					
-			-		
Estimation de « N »					
Médiane					
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intervalle de confiance à 95%					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Aucun animal n’a été impacté par l’éolienne E14 durant la période étudiée.

5.5.5. Estimation du « N » pour E15

Figure 17. Indices de mortalité sur la période considérée // Éolienne E15					
Chiroptères			Oiseaux		
Données brutes					
/			/		
Estimation de « N »					
Médiane					
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intervalle de confiance à 95%					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Aucun animal n’a été impacté par l’éolienne E15 durant la période étudiée.

5.6. Analyse de « N » à l’échelle du parc éolien

Ci-après est proposé les résultats pour l’ensemble du parc et un tableau de synthèse de « N » au niveau de chaque éolienne. Les valeurs sont données sur la période annuelle et sur la période quotidienne ce qui permet d’affiner la comparaison des résultats. Pour rappel nous nous basons essentiellement sur la méthode d’HUSO jugée la plus fiable.

Figure 18. Indices de mortalité sur la période considérée // Parc toutes éoliennes confondues					
Chiroptères			Oiseaux		
Estimation de « N »					
Médiane					
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intervalle de confiance à 95%					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Aucun animal n’a été impacté par l’éolienne E15 durant la période étudiée.

Figure 19. Synthèse des valeurs d'estimation de « N »

Chiroptères			Oiseaux		
Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO	Indice d'ERICKSON	Indice de JONES	Indice de HUSO
Estimation de « N » // E11					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E12					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E13					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E14					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // E15					
0	0	0	0	0	0
-			-		
Estimation de « N » // Parc					
0	0	0	0	0	0
-			-		

L’analyse du tableau ci-dessus fait ressortir un « N » nul sur la période étudiée pour l’ensemble du parc. Ce résultat n’équivaut pas forcément à une mortalité nulle. En effet, une absence de cadavre réel nullifie le calcul, la prospection étant très difficile et la prédation forte il est probable que le taux « N » soit plus élevé même s’il reste très faible. Les morceaux de viande sont partis en quelques jours et les tests observateurs arrivent à peine à 60% pour les meilleurs. Une mortalité de petits individus peut avoir été loupé durant le suivi.

De manière générale le milieu forestier est peu adapté au protocole de suivi mortalité.

Conclusion

Le suivi naturaliste réalisés en 2024 sur le parc éolien de Lomont Est fait suite de l’installation d’un SDA afin de mesurer son efficacité. Le suivi est constitué de :



- Un suivi post-implantation type **suivi de mortalité « avifaune / chiroptères »** sur la période de fin février à mi-novembre 2024 (semaines 9 à 46, pour un total de 38 sorties) ;

Le parc a **un impact potentiellement très faible ou nul sur la faune volante** (aucun cadavre retrouvé lors du suivi). Le parc étant en activité depuis plus de 15 ans, la faune volante s’est adaptée à la présence des éoliennes réduisant ainsi les risques d’impact.

Les tests effectués montrent un taux de persistance faible pour les petits cadavres correspondant à des chiroptères ou des passereaux. Cependant les études montrent que la persistance est plus longue pour des cadavres de taille supérieure, pouvant aller jusqu’à 7 à 10 jours pour des gros rapaces. La fréquence d’1 passage par semaine pour ce suivi de mortalité est donc bien adaptée pour démontrer l’absence de mortalité du Milan royal au niveau du parc de Lomont Est. De plus, les surfaces prospectables durant les périodes de migration du Milan royal étaient généralement de 100%, aussi bien en zone ouverte qu’en sous-bois. Ainsi les conditions de réalisation de l’étude sont assez robustes pour démontrer l’absence de mortalité du Milan royal au niveau du parc de Lomont Est.

Aucune mortalité chiroptérologique n’a été observée entre le 28 février et le 15 novembre 2024. La forte prédation sur le site et la difficulté de recherche en milieu forestier n’assurent pas qu’il n’y ait eu réellement aucune mortalité étant donné que les potentiels cadavres ont pu être prédatés avant les passages du suivi. La présence d’un plan de bridage en faveur des chiroptères explique également cette absence de mortalité.

Afin de réduire le risque de mortalité ornithologique et chiroptérologique, la végétation des plateformes des éoliennes doit être entretenue à raison de trois fauches par an (une en avril, une en juin et une tardive en septembre) afin de réduire leur attractivité au printemps et à l’été.

Concernant le volet ornithologique, la prédation et la difficulté de prospection peuvent également éviter la détection de petits passereaux. Pour les grandes espèces comme le Milan royal, il est plus rare que cela empêche la découverte d’une collision. De plus l’installation de systèmes de détection de l’avifaune et le bridage permettent de réduire les occurrences de vol proche d’une éolienne par un grand oiseau pendant que les pales bougent. Il serait pertinent de comparer les données de déclenchement du SDA sur la période étudiée.

D’après les observations effectuées sur site lors du suivi mortalité de 2024, l’installation du SDA couplé avec le plan de bridage en faveur des chiroptères semblent efficace pour réduire la

mortalité sur le parc. Les prochains suivis seront réalisés selon les modalités réglementaires en vigueur.

Annexe

Annexe 1 – Données brutes utilisées pour les calculs d’estimation de la mortalité

Figure 20. Surface prospectée par éolienne au cours de la période de suivi		
Période	Eolienne	Surface prospectée (%)
Semaine 20 à 43 (ensemble de la période de suivi)	E11	100
	E12	100
	E13	100
	E14	100
	E15	100

Figure 21. Données des tests de prédation								
Numéro du test	Date du test	Jour	Nombre de pièces de viande					Période d’application des résultats du test
			E11	E12	E13	E14	E15	
Test prédation 1	23/04/2024 (dépôt)	0	4	4	4	4	4	Semaine 9 à 30
	24/04/2024	1	0	0	0	0	1	
	26/04/2024	3	0	0	0	0	0	
Test prédation 2	10/09/2024 (dépôt)	0	4	4	4	4	4	Semaine 31 à 46
	11/09/2024	1	3	3	0	0	0	
	13/09/2024	3	1	1	0	0	0	
	17/09/2024	7	0	0	0	0	0	

Figure 22. Données des tests observateur							
Numéro du test	Nombre de leurres déposés par éolienne	Nombre de leurres retrouvés					Période d’application des résultats du test
		E11	E12	E13	E14	E15	
Test observateur 1	4	0	2	2	1	2	Semaine 9 à 30
Test observateur 2	4	2	2	2	0	2	Semaine 9 à 30
Test observateur 3	4	3	2	2	2	3	Semaine 31 à 46
Test observateur 4	4	2	3	3	3	1	Semaine 31 à 46

Figure 23. Données du suivi mortalité				
Semaine de suivi	Eolienne	Pourcentage de Prospection	Nombre de cadavre de chauve-souris	Nombre de cadavre d’oiseaux
9	11	100	0	0
9	12	100	0	0
9	13	100	0	0
9	14	100	0	0
9	15	100	0	0
10	11	100	0	0
10	12	100	0	0
10	13	100	0	0
10	14	100	0	0
10	15	100	0	0
11	11	100	0	0
11	12	100	0	0
11	13	100	0	0
11	14	100	0	0
11	15	100	0	0
12	11	100	0	0
12	12	100	0	0
12	13	100	0	0
12	14	100	0	0
12	15	100	0	0
13	11	100	0	0
13	12	100	0	0
13	13	100	0	0
13	14	100	0	0
13	15	100	0	0
14	11	100	0	0
14	12	100	0	0

Figure 23. Données du suivi mortalité				
Semaine de suivi	Eolienne	Pourcentage de Prospection	Nombre de cadavre de chauve-souris	Nombre de cadavre d’oiseaux
14	13	100	0	0
14	14	100	0	0
14	15	100	0	0
15	11	100	0	0
15	12	100	0	0
15	13	100	0	0
15	14	100	0	0
15	15	100	0	0
16	11	100	0	0
16	12	100	0	0
16	13	100	0	0
16	14	100	0	0
16	15	100	0	0
17	11	100	0	0
17	12	100	0	0
17	13	100	0	0
17	14	100	0	0
17	15	100	0	0
18	11	100	0	0
18	12	100	0	0
18	13	100	0	0
18	14	100	0	0
18	15	100	0	0
19	11	100	0	0
19	12	100	0	0
19	13	100	0	0
19	14	100	0	0
19	15	100	0	0
20	11	100	0	0
20	12	100	0	0
20	13	100	0	0
20	14	100	0	0
20	15	100	0	0
21	11	100	0	0
21	12	100	0	0
21	13	100	0	0
21	14	100	0	0
21	15	100	0	0
22	11	100	0	0
22	12	100	0	0
22	13	100	0	0
22	14	100	0	0
22	15	100	0	0
23	11	100	0	0

Figure 23. Données du suivi mortalité				
Semaine de suivi	Eolienne	Pourcentage de Prospection	Nombre de cadavre de chauve-souris	Nombre de cadavre d’oiseaux
23	12	100	0	0
23	13	100	0	0
23	14	100	0	0
23	15	100	0	0
24	11	100	0	0
24	12	0 (travaux)	0	0
24	13	100	0	0
24	14	100	0	0
24	15	100	0	0
25	11	100	0	0
25	12	100	0	0
25	13	100	0	0
25	14	100	0	0
25	15	100	0	0
26	11	100	0	0
26	12	100	0	0
26	13	100	0	0
26	14	100	0	0
26	15	100	0	0
27	11	100	0	0
27	12	100	0	0
27	13	100	0	0
27	14	100	0	0
27	15	100	0	0
28	11	100	0	0
28	12	100	0	0
28	13	100	0	0
28	14	100	0	0
28	15	100	0	0
29	11	100	0	0
29	12	100	0	0
29	13	100	0	0
29	14	100	0	0
29	15	100	0	0
30	11	100	0	0
30	12	100	0	0
30	13	100	0	0
30	14	100	0	0
30	15	100	0	0
31	11	100	0	0
31	12	100	0	0
31	13	100	0	0
31	14	100	0	0
31	15	100	0	0

Figure 23. Données du suivi mortalité				
Semaine de suivi	Eolienne	Pourcentage de Prospection	Nombre de cadavre de chauve-souris	Nombre de cadavre d’oiseaux
32	11	100	0	0
32	12	100	0	0
32	13	100	0	0
32	14	100	0	0
32	15	100	0	0
33	11	100	0	0
33	12	100	0	0
33	13	100	0	0
33	14	100	0	0
33	15	100	0	0
34	11	100	0	0
34	12	100	0	0
34	13	100	0	0
34	14	100	0	0
34	15	100	0	0
35	11	100	0	0
35	12	100	0	0
35	13	100	0	0
35	14	100	0	0
35	15	100	0	0
36	11	100	0	0
36	12	100	0	0
36	13	100	0	0
36	14	100	0	0
36	15	100	0	0
37	11	100	0	0
37	12	100	0	0
37	13	100	0	0
37	14	100	0	0
37	15	100	0	0
38	11	100	0	0
38	12	100	0	0
38	13	100	0	0
38	14	100	0	0
38	15	100	0	0
39	11	100	0	0
39	12	100	0	0
39	13	100	0	0
39	14	100	0	0
39	15	100	0	0
40	11	100	0	0
40	12	100	0	0
40	13	100	0	0
40	14	100	0	0

Figure 23. Données du suivi mortalité				
Semaine de suivi	Eolienne	Pourcentage de Prospection	Nombre de cadavre de chauve-souris	Nombre de cadavre d’oiseaux
40	15	100	0	0
41	11	100	0	0
41	12	100	0	0
41	13	100	0	0
41	14	100	0	0
41	15	100	0	0
42	11	100	0	0
42	12	100	0	0
42	13	100	0	0
42	14	100	0	0
42	15	100	0	0
43	11	100	0	0
43	12	100	0	0
43	13	100	0	0
43	14	100	0	0
43	15	100	0	0
44	11	100	0	0
44	12	100	0	0
44	13	100	0	0
44	14	100	0	0
44	15	100	0	0
45	11	100	0	0
45	12	100	0	0
45	13	100	0	0
45	14	100	0	0
45	15	100	0	0
46	11	100	0	0
46	12	100	0	0
46	13	100	0	0
46	14	100	0	0
46	15	100	0	0