



KJM CONSEIL



PAYS DE SOULAINES

Suivi du parc éolien de Germinon (51)
Suivi chiroptérologique par enregistreur ultrasonore placé en nacelle
année 2018



Centre permanent d'initiatives pour l'environnement

du Pays de Soulaines

Domaine de Saint-Victor

10200 Soulaines-Dhuys

Tel : 03.25.92.28.33

Mail : cpie.pays.soulaines@wanadoo.fr

ENGIE Green

2, Rue du Gantelet
51000 CHALONS EN CHAMPAGNE
Contact : Florent KLEIN
Chef de projets
florent.klein@engie.com

Etude réalisée par:

KJM-Conseil Environnement

Landschafts und Freiraumplanung
Urbanstrasse 67
D – 10967 BERLIN
Contact : Dipl. -Ing. Volker KELM
vkelm@kjm-conseil.com

Centre permanent d'initiatives pour l'environnement du Pays de Soulaines

Domaine de Saint-Victor
F - 10200 SOULAINES-DHUYS
Tél.: 03.25.92.28.33
Contact : Stéphane BELLENOUE
cpie.pays.soulaines@wanadoo.fr

Sommaire

Résumé de l'étude	4
1 Contexte et objectif	5
2 Méthodologie	7
2.1 Equipement retenu pour l'installation	7
2.1.1 Mode opératoire pour l'installation d'un boîtier Batcorder	7
2.1.2 Réglage du Batcorder	8
2.2 Analyse des données	9
2.2.1 Classification des espèces :	9
2.2.2 Indication de la mesure de l'activité	9
2.2.3 Remarques générales sur le système Batcorder	9
2.2.4 Activité des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent	10
2.2.5 Logiciel pour le calcul de vitesses de démarrage spécifiques (ProBat)	10
2.2.6 Optimisation des vitesses de démarrage	11
2.3 Procédure de vérification	11
3 Résultats du contrôle en hauteur	12
3.1 Inventaire des espèces	12
3.2 Activité des chauves-souris au niveau de la nacelle de l'éolienne E1	12
3.2.1 Variation horaire de l'activité des chauves-souris au cours de la période de suivi	18
3.2.2 Activité des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent mesuré sur l'éolienne E1	19
4 Mesures d'asservissement proposées	20
4.1 Cadre général	20
4.2 Variantes d'asservissement du fonctionnement de l'éolienne en faveur des chiroptères	20
4.2.1 Au seuil de 90% d'activité	20
4.2.2 A l'aide du programme ProBat	20
5 Conclusion	22
6 Bibliographie	23

Table des figures

<i>Figure 1 : Installation dans la nacelle, position du microphone et dispositif</i>	7
<i>Figure 2. Implantation du Batcorder dans l'éolienne E1 du parc éolien de Germinon</i>	8
<i>Figure 3 : Angle de détection d'un microphone dirigé vers le bas (l'illustration n'est pas à l'échelle)</i>	8
<i>Figure 4 : Répartition en pourcentage des séquences de cris de chauves-souris enregistrées par rapport au nombre total de séquences de cris de chauves-souris au niveau de l'éolienne E1 Germinon 2018.</i>	13
<i>Figure 5 : Nombre de jours d'activités de chauves-souris par mois mesuré à partir de l'éolienne E1 de Germinon en 2018</i>	14
<i>Figure 6: Activité des chauves-souris au niveau de l'éolienne E1 de Germinon en 2018 ; activité mesurée en nombre de cris par espèce / groupe d'espèces et par nuit, sans temps d'arrêt.</i>	17
<i>Figure 7 : Evolution temporelle de l'activité des chauves-souris mesurée à partir de l'éolienne E1 de Germinon en 2018</i>	18
<i>Figure 8 : Activité cumulée des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent à l'éolienne E1 de Germinon en 2018.</i>	19

Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Présence d'espèces au niveau de la nacelle, indiquant le risque général de collision, le statut la Liste rouge et la classification FFH</i>	12
<i>Tableau 2 : Groupes d'espèces identifiés, avec indication des espèces qu'ils contiennent</i>	12
<i>Tableau 3 : Tableau synoptique des résultats du suivi de l'activité des chauves-souris pour l'année 2018</i>	15

RESUME DE L'ETUDE

La société Engie Green a souhaité mettre en œuvre un suivi en continu de l'activité des chiroptères en hauteur sur le parc éolien de Germinon dans le département de la Marne. Cette étude a été réalisée du 28 mars au 23 octobre 2018 en équipant la nacelle de l'éolienne E1 d'un dispositif de détection et d'enregistrement des sons émis par ces espèces.

Les objectifs de ce suivi réalisé à partir de la nacelle d'une éolienne sont de :

- détecter et enregistrer l'ensemble des espèces de chauves-souris (diversité) se déplaçant dans l'entourage de la nacelle,
- mesurer le nombre de contacts (activité) et l'occurrence saisonnière (phénologie),
- corrélérer l'activité des chauves-souris avec la vitesse du vent et donc le fonctionnement de l'éolienne,
- analyser les résultats et évaluer le risque de collision ou de mortalité,
- proposer un algorithme de bridage des éoliennes du parc pour réduire les risques de mortalité sur les chiroptères.

Ce suivi a été réalisé à l'aide d'un Batcorder développé par la société EcoObs GmbH qui est un appareil de détection et d'enregistrement en temps réel. Celui-ci a été installé dans la nacelle de l'éolienne à l'arrière du rotor.

Au total, au moins cinq espèces de chauves-souris, ainsi que des séquences de cris de groupes d'espèces non identifiables ont été enregistrées :

Noctule commune (*Nyctalus noctula*)

Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Sérotine ou Vespertilion bicolore (*Vespertilio murinus*)

Toutes ces espèces sont sensibles à des niveaux différents au risque de collision avec des éoliennes.

L'analyse des enregistrements du Batcorder a montré une activité élevée (6888 contacts au total) dans l'entourage de l'éolienne E1. Les groupes Nycmi (sérotules) et Nyctaloïd représentent 81 % de l'activité globale dans l'entourage de la nacelle. Cependant, c'est le groupe des pipistrelles qui produit la quasi-totalité de l'activité au mois de juin avant de laisser place aux groupes des sérotules et nyctaloïd en juillet et août. La détection du Vespertilion bicolore est une nouveauté naturaliste que cette nouvelle méthode d'étude en hauteur apporte à la connaissance scientifique, le Vespertilion bicolore n'ayant jamais été détecté au sol sur ce territoire.

La corrélation des valeurs d'activité avec les données relatives au vent a montré que 90 % de toutes les activités des chauves-souris se produit jusqu'à une vitesse du vent d'environ 5,5 m/s en 2018.

Pour réduire l'impact sur les chiroptères, il est recommandé de modifier la vitesse de démarrage de juin à septembre. Deux variantes d'asservissement sont calculées par le logiciel ProBat.

- I. **La vitesse de démarrage globale** selon le calcul de Probat pendant les mois de juillet à septembre,
→ La vitesse du vent de départ pour l'éolienne E1 est de **5,30 m/s**.
- II. **Les vitesses de démarrage optimisées par tranche de dixième de nuit** détaillées en annexe.

1 CONTEXTE ET OBJECTIF

La société Engie Green exploite le parc éolien de Germinon totalisant 30 éoliennes Nordex N100/2500 (puissance 2 500 kW, diamètre 100 m) implantées sur les communes de Germinon et Vélye dans le département de la Marne (51).

L'arrêté du 26 août 2011 précise les dispositions générales relatives aux fermes éoliennes soumises à autorisation et notamment celles relatives à l'exploitation dont le suivi de la faune dans son article. 12 qui stipule que celui-ci doit être conforme au protocole de suivi environnemental reconnu par le ministre chargé des installations classées (...) et tenu à disposition de l'inspection des installations classées.

Le suivi post-implantation de l'activité avifaunistique et chiroptérologique a été réalisé en 2013(CPIE, 2014a et 2014b). Dans le cadre de ce suivi, une surveillance de la mortalité a été menée sur un échantillon de 10 éoliennes se limitant essentiellement à la recherche sur les plateformes. Ce premier sondage permet de documenter trois cas de mortalité de chauves-souris, dont deux d'une espèce plutôt migratrice (la Pipistrelle de Nathusius).

Conformément à la réglementation des installations classées et aux recommandations des suivis post-implantations, l'exploitant a souhaité compléter ces études par la mise en place, en 2015, d'un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères sur l'ensemble des 30 éoliennes (CPIE, 2015). Cette étude a mis en évidence une sensibilité chiroptères ; le taux de mortalité le situait dans la moyenne haute régionale, les résultats automnaux attestant d'une sensibilité possible des chiroptères « migrants ».

Il a été convenu de poursuivre la surveillance en 2016 afin de préciser les résultats.

En 2017, après analyse des résultats des deux années de suivis automnaux 2015 et 2016, et suite à la réunion du 10.02.2017 avec les services de la DREAL, un bridage conditionnel de 16 éoliennes sur les 30 a été mis en place. L'objectif était d'abaisser significativement la mortalité globale du parc. Un troisième suivi mortalité a été mis en place en 2017 pour estimer l'impact de cette action corrective et poursuivre ou non cette mesure.

Le bridage du parc varie chaque jour en fonction de la luminosité, grâce à deux capteurs de deux systèmes indépendants installés dans le parc. Les systèmes n'autorisent les démarrages qu'à partir de 6m/s si les conditions de vol (température, obscurité) sont réunies ; au-dessus de cette valeur l'activité des chiroptères est fortement réduite. L'action d'interdiction d'arrêt est lancée 1h avant le coucher du soleil et jusqu'à 1h après le lever. Ce bridage a été très efficace puisqu'un seul cas de mortalité a été détecté en 2017.

La révision 2018 du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (Source : https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/protocole_de_suivi_revision_2018.pdf Révision 2018) préconise la mise en œuvre de suivi acoustique des chiroptères en nacelle d'éoliennes pour mesurer l'activité au droit de celle-ci et mettre en œuvre le cas échéant une mesure d'asservissement optimisée à l'activité mesurée.

En 2018, le CPIE et la société KJM se sont associés pour proposer un nouveau type d'expertise à l'aide d'enregistreurs automatiques à ultrasons pour l'étude de l'activité de chiroptères dans l'entourage des nacelles.

La société KJM dispose d'une expérience de plus de 10 années d'utilisation d'appareils de mesures d'activité des chiroptères, comprenant jusqu'à présent 80 contrôles en hauteur sur des éoliennes ainsi l'évaluation de 60 mâts de mesure. C'est un atout majeur dans un domaine technologique en plein développement, où la qualité de la collecte de données dépend de la maîtrise des contraintes techniques propres au matériel lui-même, à sa maintenance ou à l'émission de parasites acoustiques au niveau de l'éolienne.

En 2018, la société Engie Green a ainsi souhaité mettre en œuvre un suivi continu de l'activité des chiroptères en hauteur sur le parc éolien de Germinon pour mesurer l'activité dans l'entourage d'une des éoliennes et optimiser les mesures d'asservissement.

Cette étude a été réalisée du 28 mars au 23 octobre 2018 en équipant la nacelle de l'éolienne E1 d'un dispositif de détection et d'enregistrement des sons émis par ces espèces.

Ce rapport présente les résultats de la mesure de l'activité en hauteur effectuée sur l'éolienne E1 coordonnées Lambert 93 X = 785508 Y = 6866682.

Les objectifs de ce suivi sont de :

- détecter et enregistrer l'ensemble des espèces de chauves-souris (diversité) se déplaçant dans l'entourage de la nacelle,
- mesurer le nombre de contacts (activité) et l'occurrence saisonnière (phénologie),
- corrélérer l'activité des chauves-souris avec la vitesse du vent et donc le fonctionnement de l'éolienne,
- analyser les résultats et évaluer le risque de collision ou de mortalité,
- proposer un algorithme de bridage des éoliennes du parc pour réduire les risques de mortalité sur les chiroptères.

2 METHODOLOGIE

2.1 *Equipement retenu pour l'installation*

Un Batcorder est un appareil d'enregistrement automatique développé par la société EcoObs, comparable aux « voice-boxes », qui enregistre les cris des chauves-souris.

Le système Batcorder est composé de matériels et de logiciels d'analyse permettant la détection acoustique et la classification des cris de chauves-souris. Il enregistre en permanence les ultrasons produits par les chauves-souris et les sauvegarde numériquement.

Avec cette méthode d'enregistrement de cris en temps réel, il est possible de classer les contacts enregistrés par tranche horaire et par groupes d'espèces voire d'espèces.

2.1.1 Mode opératoire pour l'installation d'un boîtier Batcorder

Le système à mettre en place se compose :

- d'un Batcorder (enregistreur automatique à ultrasons),
- d'un module GSM permettant un envoi de SMS chaque matin, en fin de session d'enregistrement nocturne, vers un numéro pré-enregistré, précisant le bon état de fonctionnement du système (état de charge de la batterie, espace encore disponible sur la carte mémoire, nombre d'enregistrements de la nuit passée, test d'efficacité du micro),
- d'une batterie alimentant l'appareillage la nuit et se rechargeant le jour par son branchement sur le réseau interne de la nacelle. Le système se déconnecte automatiquement du réseau électrique de la nacelle lors des phases de détection et d'enregistrement pour limiter les parasites.
- d'un micro d'une conception spécialement adaptée à une utilisation à partir d'une nacelle d'éolienne installé sur le côté opposé du rotor,
- d'une rallonge électrique permettant le raccordement de la batterie au réseau électrique de la nacelle.

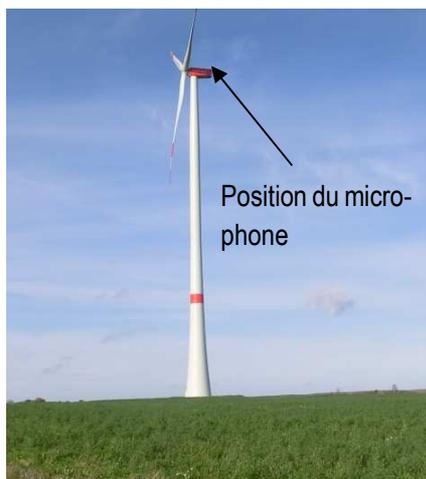


Figure 1 : : Installation dans la nacelle, position du microphone et dispositif

L'ensemble se fixe dans l'espace situé sur le plancher de la nacelle ou sur la partie basse d'une paroi de la nacelle, de façon à orienter le micro vers le bas, tout en évitant toute gêne aux opérations de maintenance de la machine et au passage.

Figure 2. Implantation du Batcorder dans l'éolienne E1 du parc éolien de Germinon



2.1.2 Réglage du Batcorder

À partir de la direction principale d'enregistrement, l'angle de détection est d'environ 130°-150° (à titre d'exemple, voir figure 3 ci-après). Le Batcorder est utilisé avec les paramètres suivants : Seuil Threshold -36 dB, Quality 20, Critical Frequency 16, Posttrigger (retard post déclenchement) 200 ms. Dans certains cas (production élevée de sons parasites), ces paramètres peuvent être modifiés, influençant alors la détection et donc les résultats. Ces modifications sont scrupuleusement notées (dates, heures et paramétrage) et prises en compte dans l'analyse.

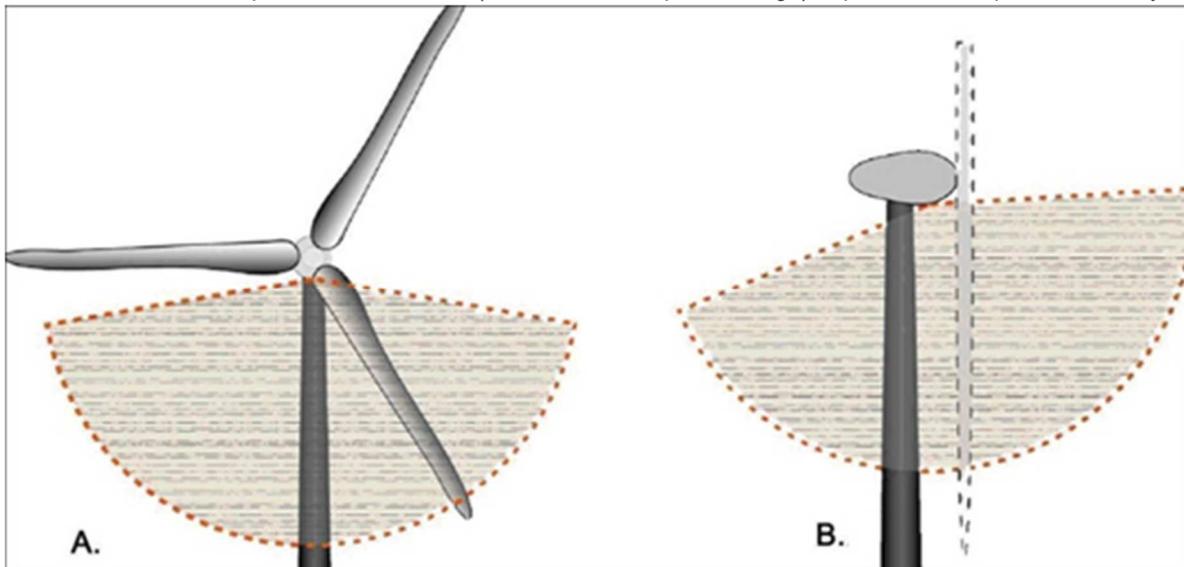


Figure 3 : Angle de détection d'un microphone dirigé vers le bas (l'illustration n'est pas à l'échelle)

2.2 Analyse des données

2.2.1 Classification des espèces :

Les sons et les paramètres d'enregistrement sont mesurés et gérés à l'aide d'un logiciel approprié (bcAdmin 3.4.2 et batldent 1.5) sur système d'exploitation Mac. L'appartenance à une espèce est déterminée par l'analyse statistique et la comparaison avec des sons enregistrés dans une base de données de référence.

Les sons peuvent être vérifiés manuellement au moyen de bcAnalyze2 (version 1.13). Un grand nombre de séquences de cris peut être associé, sans ambiguïté, à une espèce. Cependant, cette détermination automatisée est toujours accompagnée d'une marge d'erreur qui varie en fonction de l'espèce identifiée. Lorsque la différenciation au niveau de l'espèce n'est pas possible, la catégorisation s'effectue en groupes d'espèces. Dans ce cas, il est fait référence dans les figures et les tableaux de résultats, de la détection par le Batcorder des groupes Nyctaloid et Nyctaloid moyen (Nycmi) ou Sérotules, deux groupes comprenant des espèces sensibles aux éoliennes. Ainsi, le groupe Nyctaloid comprend la Noctule commune et la Sérotine de Nilsson (ou boréale). La Noctule de Leisler, la Sérotine commune et la Sérotine bicolore appartiennent au groupe Nycmi ou Sérotules. Les contacts ambigus de Pipistrelle de Nathusius et de Pipistrelle de Kuhl sont catégorisés dans le groupe Pmid.

2.2.2 Indication de la mesure de l'activité

L'activité des chauves-souris est indiquée en séquences de cris enregistrées par nuit. Chaque séquence de cris correspond à un événement particulier. Comme le Posttrigger est réglé sur 200 ms, l'intervalle de temps entre deux cris consécutifs est de 200 ms au maximum. Si un cri est effectué après ce délai, le cri ou la séquence de cris est enregistré dans un nouveau fichier. Lorsque l'on interprète cette mesure d'activité, il faut noter qu'il ne s'agit pas de fréquences absolues. Une activité élevée peut donc être induite par un seul individu ou bien par un grand nombre de chauves-souris passant brièvement à portée du microphone du Batcorder.

2.2.3 Remarques générales sur le système Batcorder

Lors de l'analyse des données, il faut tenir compte du fait que l'activité des chauves-souris enregistrée au niveau d'une nacelle ne correspond pas à l'activité réelle. Selon la société EcoObs, la distance de détection, donc l'espace surveillé, dépend du volume et de la fréquence des cris des chauves-souris selon les espèces, ainsi que du réglage de la valeur seuil (« *Threshold* ») du Batcorder. À un seuil de -27 dB, les cris des Noctules peuvent être détectés à une distance d'environ 25-30 m et les cris des pipistrelles communes à environ 14-18 m. Si l'on réduit cette valeur seuil (« *Threshold* ») à -36 dB (cas de la présente étude), la portée de détection des cris des Noctules s'élève à environ 45 m (pour des cris d'un volume habituel). Plus le seuil est bas, plus on peut détecter de cris, mais plus la qualité de ces enregistrements se dégrade également. Le seuil retenu est donc un compromis entre la qualité et la quantité des cris.

Une indication exacte de la portée précise de l'appareil n'est que partiellement pertinente. L'un des problèmes fondamentaux est de tenir compte du fait qu'une Noctule repérée dans l'espace aérien émet des sons d'une intensité de 116 dB. Les sons qui sont enregistrés sur la nacelle sont principalement des sons « localisés à proximité » d'environ 100 dB. Ces deux types de sons ont une portée différente, et sont également dépendantes de l'atténuation atmosphérique. L'atténuation atmosphérique varie également en fonction des conditions météorologiques. Il est, par conséquent, pratiquement impossible de fournir avec précision la portée du microphone.

En outre, on ne peut enregistrer qu'une partie des cris dans l'espace du rotor. Les études de ADOMEIT et al. (2011) montrent que la majorité des cris sont seulement enregistrés par l'appareil dans un rayon de 20 m. C'est aussi pour cela que le nombre de séquences de cris enregistrés reste une mesure relative de l'activité réelle des chauves-souris.

2.2.4 Activité des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent

L'étude de BRINKMANN et al (2011) montre que l'activité des chauves-souris dépend clairement de la saison. En plus des pics d'activité par espèce en juillet et août, d'une phase d'activité principale lors du premier quart de la nuit et d'une forte diminution de l'activité des chauves-souris lors de conditions météorologiques défavorables (températures inférieures à 15 °C, très fortes précipitations ou brouillard), l'activité des chauves-souris diminue fortement et de manière logarithmique avec la croissance de la vitesse du vent (BRINKMANN et al., 2011).

Afin de croiser la mesure d'activité des chauves-souris mesurée par le Batcorder avec les vitesses de vent mesurées sur l'éolienne, l'activité est cumulée sur des intervalles de dix minutes. Les vitesses de vent mesurées à l'éolienne à intervalles de dix minutes sont ainsi recoupées avec l'activité détectée des chauves-souris à proximité du rotor. Cette corrélation de l'activité cumulée des chauves-souris avec la vitesse du vent permet une première estimation du risque d'impact des éoliennes sur les chauves-souris.

En recoupant les données d'activité avec les vitesses de vent simultanées, il est possible de prédire à partir de quelle vitesse de vent aucune (100 %) ou très peu (90 %) d'activité de chauve-souris sera observée. Le seuil de 90 % est utilisé par principe et tient compte du fait qu'atteindre 100 % de l'activité cumulée des chauves-souris revient à inclure l'activité exceptionnelle d'individus isolés. Ce postulat permet d'estimer les vitesses du vent à partir desquelles les chauves-souris ne risquent généralement plus d'être tuées par l'éolienne.

Pour la corrélation de ces paramètres, les données d'activité de chauves-souris sont traitées par le programme bcAdmin3, dans le contexte d'un Posttrigger de 200 ms, de la même manière que pour le calcul avec ProBat (voir chapitre suivant).

2.2.5 Logiciel pour le calcul de vitesses de démarrage spécifiques (ProBat)

A la suite à du projet de recherche allemand intitulé « Développement de méthodes pour étudier et réduire le risque de collision des chiroptères avec les éoliennes terrestres » (BRINKMANN et al. 2011) soutenu par le Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire d'Allemagne, le programme **ProBat** a été développé. **Celui-ci vise à prévoir des vitesses de démarrage spécifique permettant de faire fonctionner l'éolienne en réduisant les risques de mortalité pour les chauves-souris**, c'est à dire le nombre de victimes potentielles par collision. Le calcul est basé sur les données de l'activité des chauves-souris mesurée au niveau de la nacelle lors de l'année suivie, ainsi que sur les données de vitesse de vent sur l'éolienne concernée au même moment. L'estimation des victimes par impact dépend de la vitesse de démarrage de l'éolienne en fonctionnement normal croisée avec l'activité et la phénologie des groupes d'espèces de chauves-souris identifiés. La prévision du nombre de victimes par impact peut ainsi être estimée sans temps de coupure spécifiques ou bien, au contraire, avec un fonctionnement prenant en compte l'activité des chauves-souris. **Un nombre maximum de deux chauves-souris par année et par installation (réglages prévus par le projet de recherche, BRINKMANN et al. 2011) est ici toléré.** On obtient ainsi le calcul d'une vitesse de vent globale et de vitesses de coupure optimisées pour l'exploitation de l'éolienne. Cette optimisation se traduit par des vitesses de démarrage spécifiques produites à chaque dixième de nuit lors des différents mois de fonctionnement. Un dixième de nuit représente 10 % de la durée moyenne d'une nuit de chaque mois. Les pertes d'énergie causées par les temps de coupure sont plus réduites en utilisant les vitesses de démarrage optimisées qu'une vitesse de démarrage globale.

Afin de permettre le calcul des vitesses de démarrage favorables aux chauves-souris avec le logiciel ProBat, les données recueillies à hauteur des nacelles sont traitées dans le programme bcAdmin3 dans le contexte d'un Posttrigger de 200 ms. La version actuelle de ProBat 5.2 tient compte des différents réglages des paramètres d'enregistrement de seuil (Threshold) du Batcorder.

Selon le guide des données requises pour ProBat, un calcul significatif est possible à partir d'un nombre minimum de nuits avec un détecteur et des données relatives au vent valables pour calculer les vitesses de démarrage. En Europe centrale, la période principale d'activité des chauves-souris est fixée du 1er juillet au 30 septembre. Dans

la mesure où la période de dangerosité des éoliennes pour les chauves-souris varie d'une région à l'autre en Europe, la « période d'exploitation favorable aux chauves-souris » doit être fixée de manière à inclure cette période du 1^{er} juillet au 30 septembre. Pour les deux périodes (période principale d'activité des chauves-souris et « période d'exploitation favorable aux chauves-souris »), il existe un pourcentage minimum de nuits pour lesquelles des données devraient être disponibles (75 %) ou doivent être disponibles (66 %) afin d'effectuer un calcul correct. L'importance de l'échantillonnage est donc directement liée à la durée de l'échantillonnage. Si l'échantillonnage de 75 % est sous-estimé, on peut d'ores et déjà s'attendre à une incertitude considérable sur les résultats.

La durée de la période nocturne pendant laquelle les chauves-souris sont actives, est fixée par le logiciel ProBat pour le contrôle en hauteur, du coucher jusqu'au lever du soleil. Dans la mesure où certaines espèces de chauves-souris, comme la Noctule commune, sont également actives au crépuscule, il pourrait être nécessaire de tenir compte de l'intervalle crépusculaire (15 % de la longueur de la nuit avant le coucher du soleil) et de la dernière heure avant le lever du soleil, tant dans le calcul que dans l'algorithme de fonctionnement, afin de pouvoir garantir l'objectif d'une mortalité maximale par collision de deux individus par an et par éolienne. Les vitesses de démarrage calculées avec le logiciel ProBat ne sont valables que si ces spécifications de calcul sont respectées, et peuvent varier considérablement si celles-ci sont modifiées.

2.2.6 Optimisation des vitesses de démarrage

Sur la base des travaux du projet de recherche allemand « Développement de méthodes pour l'étude et la réduction du risque de collision des chiroptères avec les éoliennes terrestres » (BRINKMANN et al. 2011), des temps de fonctionnement plus précis peuvent être adaptés à l'activité réelle des chauves-souris sur le site et assurer ainsi la rentabilité de l'éolienne en plus de la protection obligatoire des espèces de chauves-souris.

Dans ce rapport, des algorithmes de démarrage spécifiques sont proposés, afin d'identifier des moyens plus précis de réduction du risque d'impact. En cas d'utilisation des vitesses de démarrage alternatives calculées par ProBat (**globales** ou **optimisées**), il sera peut-être nécessaire de prendre en compte les **intervalles crépusculaires** prolongés.

2.3 Procédure de vérification

L'activité des chauves-souris sur le parc éolien de Germinon a été enregistrée en 2018 du 28/03/2018 au 23/10/2018.

Le Batcorder était prêt à enregistrer entre 16h15 et 8h00 le jour suivant.

Il n'y a eu deux journées d'arrêt du système sans enregistrement au cours de toute la période : les 23 et 24 juillet 2018.

3 RESULTATS DU CONTROLE EN HAUTEUR

3.1 Inventaire des espèces

Au total, au moins 5 des 24 espèces présentes en Champagne-Ardenne ont été recensées lors de l'étude sur l'éolienne E1 (tableau). De manière générale, certains cris de chauves-souris ne peuvent être distingués acoustiquement que dans certaines conditions. Les cris indéterminables à l'espèce à partir du sonagramme sont affichés par groupes, en indiquant les espèces possibles. Une vue d'ensemble des espèces détectées et leur statut sur la Liste Rouge (LR) selon BECU & AL., 2007 pour la Champagne-Ardenne et selon l'UICN (2017) pour la France est présentée dans le tableau suivant. La sensibilité de chaque espèce au risque de collision avec les éoliennes fait référence au classement de BRINKMANN et al., 2011.

Tableau 1 : Présence d'espèces au niveau de la nacelle, indiquant le risque général de collision, le statut la Liste rouge et la classification FFH

Sensibilité au risque de collision	Espèces	Statut Liste Rouge France	Statut Liste Rouge Champagne Ardenne	Natura 2000
++	(Nyctalus noctula)	VU	V	IV
++	(Nyctalus leisleri)	NT	V	IV
++	(Pipistrellus nathusii)	NT	R	IV
++	(Pipistrellus pipistrellus)	NT	AS	IV
++	(Vespertilio murinus)	DD	AS	IV

Légende :

Sensibilité au risque de collision	Liste rouge France	Liste Rouge Régionale
++ risque élevé	VU : Vulnérable	V : Vulnérable
+ risque moyen	NT : Quasi menacée	R : Rare
- risque faible	LC : Préoccupation mineure	AS : à surveiller
() Faible niveau de connaissance	DD : Données insuffisantes	

Tableau 2 : Groupes d'espèces identifiés, avec indication des espèces qu'ils contiennent

Groupe d'espèces	Espèces possibles pour la Champagne
Nyctaloïde	Noctule commune, Noctule de Leisler, Sérotine commune, Sérotine bicolore
Nycmi	Noctule de Leisler, Sérotine commune, Sérotine bicolore
Pmid	Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl

Toutes les espèces locales de chauves-souris figurent sur la liste de l'annexe IV de la directive Flore-Faune-Habitat (FFH) et sont protégées en France. Toutes les espèces déterminées sont particulièrement **sensibles** au risque de collision avec les éoliennes. Pour la **Sérotine commune** (non différenciée ici dans le groupe Nycmi/Sérotules), les données actuelles sont insuffisantes pour déterminer cette sensibilité soupçonnée notamment en termes de dérangement plutôt que de risque de collision.

Les statuts de la Noctule commune et de la Pipistrelle commune ont été relevés depuis la version de la Liste Rouge de 2009. La Noctule commune est passée de NT à VU et la Pipistrelle commune de LC à NT.

3.2 Activité des chauves-souris au niveau de la nacelle de l'éolienne E1

Les 6888 contacts indiquent une activité élevée dans l'état actuel de nos connaissances. Les études similaires menées dans le Nord-Est de l'Allemagne font généralement état d'une activité totale médiane autour de 4 500 contacts.

La détermination de la Sérotine ou Vespertilion bicolore doit être considérée avec précaution. La détermination de cette espèce à partir du sonagramme de ses cris est très délicate car ceux-ci chevauchent d'autres espèces, notamment la Noctule de Leisler. La détermination sans ambiguïté de certaines séquences est cependant plausible car au moins 3 cas de mortalité sous des éoliennes ont été documentés ces dernières années en région Grand Est donc une en 2018 en Champagne crayeuse (AUDDICE comm.pers.). Ces données contribuent donc à l'amélioration des connaissances générales sur la répartition et la phénologie des chauves-souris dans le Grand Est. La Sérotine bicolore n'a, à notre connaissance, encore jamais été documentée lors des suivis au sol en Champagne crayeuse. D'après l'UICN, 2017, « *cette chauve-souris migratrice peut effectuer des déplacements allant jusqu'à 1 800 km entre ses gîtes d'été et d'hiver.* ». Son contact sur la zone d'étude traduit ainsi son passage migratoire. Son classement DD sur la liste rouge française s'explique par le fait que « *les effectifs de la population française du Vespertilion bicolore sont très mal connus en raison du peu d'informations disponibles, d'où son classement dans la catégorie "Données insuffisantes". Les efforts d'acquisition de connaissances sont à poursuivre pour préciser sa situation et son statut de conservation* » (UICN, 2017).

L'espèce la plus fréquemment signalée est la Noctule commune avec 1409 contacts soit 20 % du nombre total de cris enregistrés. La proportion de séquences de cris de la Noctule commune est certainement encore plus élevée, car d'autres cris de cette espèce sont classés dans le groupe d'espèces Nyctaloïd qui représente 34% du total sachant que ce groupe contient potentiellement la Sérotine de Nilsson dont la présence était jusqu'à présent considérée comme improbable dans notre région. La Noctule de Leisler n'a été détectée avec certitude que 52 fois au cours de l'année 2018. Toutefois, d'autres séquences de cri de ce type sont incluses dans le groupe Nycmi (sérotules) et Nyctaloïd. Ainsi, la part de ces deux groupes représente 81 % de l'activité dans l'entourage de la nacelle.

La part du genre *Pipistrellus* dans l'activité totale est de 18,8 % en 2018. Au sein de ce genre, la Pipistrelle commune est la plus fréquente (938 contacts).

Dans l'ensemble, le genre *Pipistrellus* a montré une activité plus faible au niveau de la nacelle par rapport au groupe des sérotules et noctules.

La figure 4 illustre le cortège des espèces détectées au niveau nacelle de l'éolienne E1 ainsi que la distribution en pourcentage des espèces de chauves-souris documentées au cours de cette année d'étude.

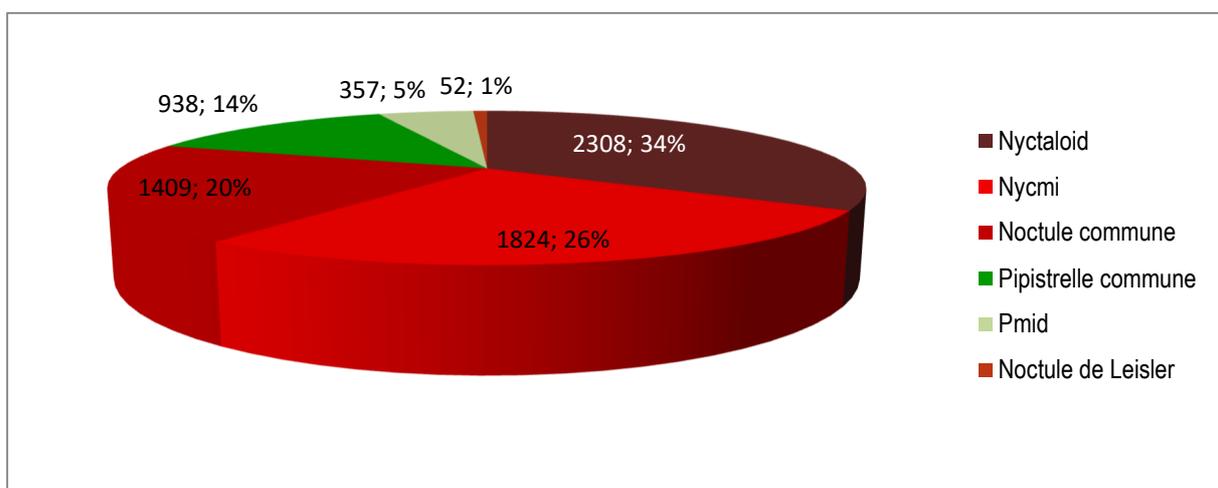


Figure 4 : Répartition en pourcentage des séquences de cris de chauves-souris enregistrées par rapport au nombre total de séquences de cris de chauves-souris au niveau de l'éolienne E1 Germinon 2018.

Nyctaloïd = *Nyctalus noctula*, *Nyctalus medium*, *Eptesicus nilsonii* (Sérotine boréale) ; **Nyctalus medium (Nycmi)** = *Nyctalus leisleri* (Noc-tule de Leisler), *Eptesicus serotinus* (Sérotine commune), *Vespertilio murinus* (Sérotine bicolore) ; **Pmid** = *Pipistrellus nathusius* (Pipistrelle de Nathusius ; Pipistrelle kuhlii (Pipistrelle de Kuhl)

La figure 5 traduit la répartition saisonnière de l'activité des chauves-souris au cours de l'année 2018 pour l'éolienne E1. Au cours de la période d'étude, l'activité mesurée croit progressivement à partir d'avril pour atteindre un pic en août et décroître ensuite rapidement dès septembre.

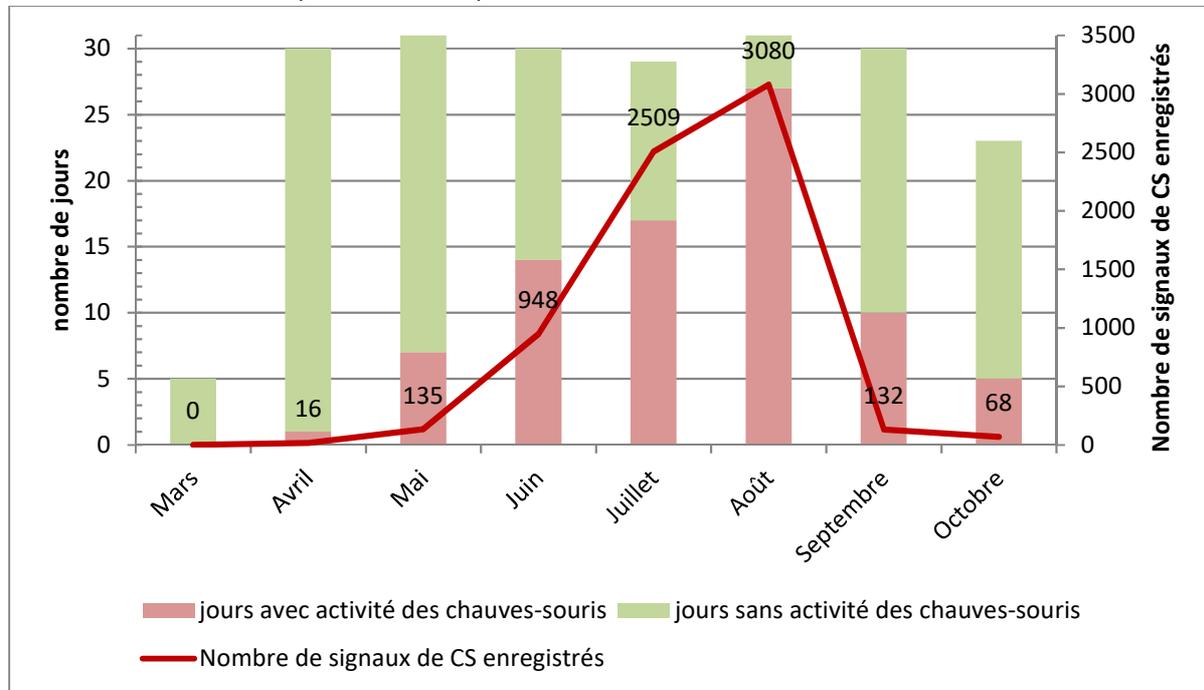


Figure 5 : Nombre de jours d'activités de chauves-souris par mois mesuré à partir de l'éolienne E1 de Germinon en 2018

Le nombre de jours par mois avec activité suit la même évolution que l'activité totale mensuelle. Cependant, l'activité moyenne par jour d'activité (en divisant le nombre de jours d'activités par l'activité mensuelle) est plus élevée en juillet (147,6) qu'en août (114,1). On rappellera ici que les 23 et 24 juillet l'enregistreur n'était pas opérationnel. Elle est identique en septembre et octobre (13,2 et 13,6). En avril, il y a eu seulement 1 jour d'activités avec 16 contacts, en mai la moyenne est de 19,3 et en juin de 67,7.

Tableau 3 : Tableau synoptique des résultats du suivi de l'activité des chauves-souris pour l'année 2018

Mois	<i>Nyctalus leisleri</i>	<i>Nyctalus noctula</i>	<i>Nycmi</i>	<i>Nyctaloid</i>	<i>Pmid</i>	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Total
Mars (5 jours)	0	0	0	0	0	0	0
Avril (30 jours)	0	0	0	3	7	6	16
Mai (31 jours)	0	11	15	17	16	76	135
Juin (30 jours)	0	49	36	15	201	647	948
Juillet (29 jours)	26	678	757	875	45	128	2509
Août (31 jours)	26	669	978	1322	26	59	3080
Septembre (30 jours)	0	2	28	68	13	21	132
Octobre (23 jours)	0	0	10	8	49	1	68
Total	52	1409	1824	2308	357	938	6888

Nlei = *Nyctalus leisleri*, **Nnoc** = *Nyctalus noctula*; **Nycmi** = *Nyctalus leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *Vespertilio murinus*, **Nyctaloid** = *Nyctalus noctula*, *Nycmi*, *Eptesicus nilssonii*; **Pmid** = *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus nathusii*, **Ppip** = *Pipistrellus pipistrellus*, **Pnat** = *Pipistrellus nathusii*

Sur la figure 6, l'activité des chauves-souris est illustrée en nombre de contacts par espèce (ou groupe d'espèces) et par nuit.

Il est important de noter que l'éolienne E1 a été bridée (comme 19 des 30 éoliennes du parc) à partir du 15 juillet 2018 selon les conditions suivantes : arrêt si vent < 6m/s + température >10°C + pas de pluie + 1 heure avant le coucher et 1 heure après le lever du soleil. Il est possible que l'absence de fonctionnement de l'éolienne ait pu avoir une incidence positive ou négative sur l'activité dans l'entourage de l'éolienne.

On observe un premier pic d'activités pour la Pipistrelle commune à la mi-juin (plus de 364 contacts la nuit du 15 au 16 juin 2018), accompagnée du groupe Pipistrelle Nathusius/Kuhl (145 contacts) soit un total de 509 contacts au cours de cette seule nuit de juin.

Ce pic d'activités pourrait correspondre aux moissons de céréales d'hiver (escourgeon) intervenues précocement à cette période en 2018. L'activité agricole, en perturbant l'entomofaune installée dans certaines parcelles de cultures, pourrait ainsi stimuler l'activité des pipistrelles venant alors des vallées voisines chasser sur ces espaces. A l'occasion de prospections au sol au détecteur, notre équipe du CPIE a constaté, sans pouvoir l'évaluer, une forte activité des pipistrelles concomitante des premières moissons en Champagne. Il serait très intéressant d'analyser d'avantages ce phénomène.

L'activité se réduit ensuite considérablement pour reprendre après la mi-juillet avec le passage migratoire des noctules.

Mais cette fois, les Pipistrelles ont quasiment disparu et laissent la place au groupe des noctules avec une forte activité décroissant rapidement dès le début du mois de septembre. Deux pics à plus de 500 contacts sont notés les nuits du 30 au 31 juillet et du 18 au 19 août. Le Vespertilion bicolore occupe une part non négligeable avec 72 et 35 contacts sur ces deux nuits. La plus forte activité détectée pour la Noctule commune fut le 25 juillet avec 290 contacts.

De façon surprenante, cette activité élevée à hauteur de nacelle n'est pas du tout du fait du groupe des pipistrelles que l'on aurait logiquement pu attendre ici.

Nous n'avons malheureusement pas encore assez de retour d'expérience dans notre région pour bien comprendre ces variations temporelles dans la répartition spécifique de l'activité mesurée.

Au cours du suivi mortalité mené sur l'ensemble des éoliennes du parc de Germinon du 11 juillet au 24 octobre 2018, 6 cas de mortalité ont été détectés : 4 noctules de Leisler et 2 pipistrelles de Nathusius.

Les trois premiers cas découverts font suite aux pics d'activités mesurés à l'éolienne E1.

Ainsi, le premier cas (une Noctule de Leisler) a été identifié le 01 août, le lendemain du principal pic d'activités mesuré sur toute la période. Deux autres cas (deux Noctules de Leisler) sont détectés le 16 août, le lendemain également d'un pic d'activités « secondaire ».

En fin de période, la corrélation est moins évidente avec une dernière Noctule de Leisler et une Pipistrelle de Nathusius découvertes le 29 août alors que l'activité mesurée a fortement baissé. Le dernier cas, une Pipistrelle de Nathusius détectée le 05 septembre intervient après un léger regain d'activités.

L'état de décomposition des cadavres découverts indique des mortalités récentes de la nuit précédente ou de 24 à 48 heures précédemment.

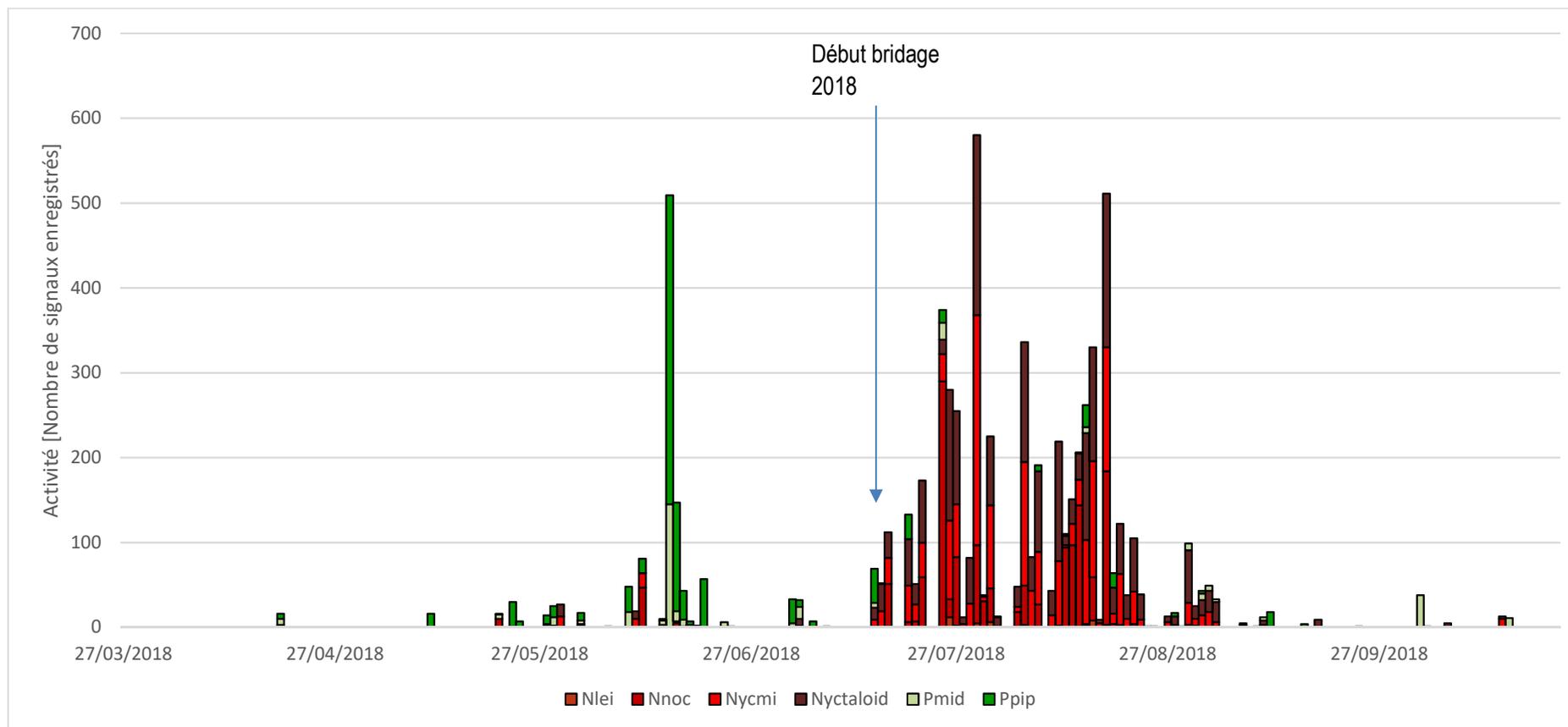


Figure 6: Activité des chauves-souris au niveau de l'éolienne E1 de Germinon en 2018 ; activité mesurée en nombre de cris par espèce / groupe d'espèces et par nuit, sans temps d'arrêt.

Nyctaloïd = *Nyctalus noctula*, *Nyctalus medium*, *Eptesicus nilssonii* (Sérotine boréale) ; **Nycmi** = *Nyctalus leisleri* (Noctule de Leisleri), *Eptesicus serotinus* (Sérotine commune), *Vespertilio murinus* (Sérotine bicolore), **Pmid** = *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus nathusii*,

3.2.1 Variation horaire de l'activité des chauves-souris au cours de la période de suivi

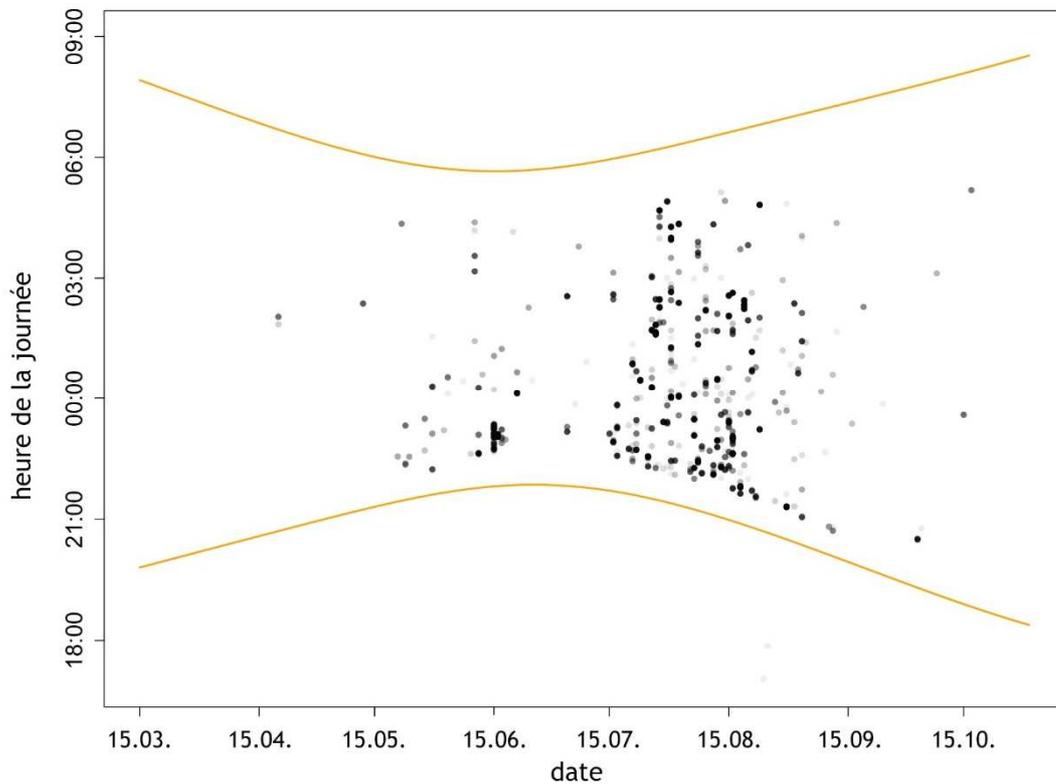


Figure 7 : Evolution temporelle de l'activité des chauves-souris mesurée à partir de l'éolienne E1 de Germinon en 2018

Sur la figure 7, on observe que l'activité en juin découlant essentiellement du groupe Pipistrelle se concentre essentiellement en début de nuit. Par contre, à partir de la mi-juillet, l'activité résultant essentiellement du passage migratoire du groupe Sérotules et Nyctaloïd se répartit sur l'ensemble de la nuit.

3.2.2 Activité des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent mesuré sur l'éolienne E1

Les vitesses du vent mesurées à intervalles de dix minutes sont croisées avec le cumul des contacts de chauves-souris enregistrés sur le même intervalle. A une vitesse de vent de 8,5 m/s, l'activité des chauves-souris cesse totalement. Si l'on suppose que ce plafond de 100% d'arrêt d'activités des chauves-souris inclut les activités exceptionnelles d'individus isolés, nous proposons qu'il soit acceptable d'évaluer la vitesse de vent au-delà de laquelle 90% de l'activité des chauves-souris s'arrête. Au cours de cette année étudiée, le seuil de 90% de l'activité cumulée des chauves-souris est atteint à une vitesse de vent de **5,5 m/s en 2018**.

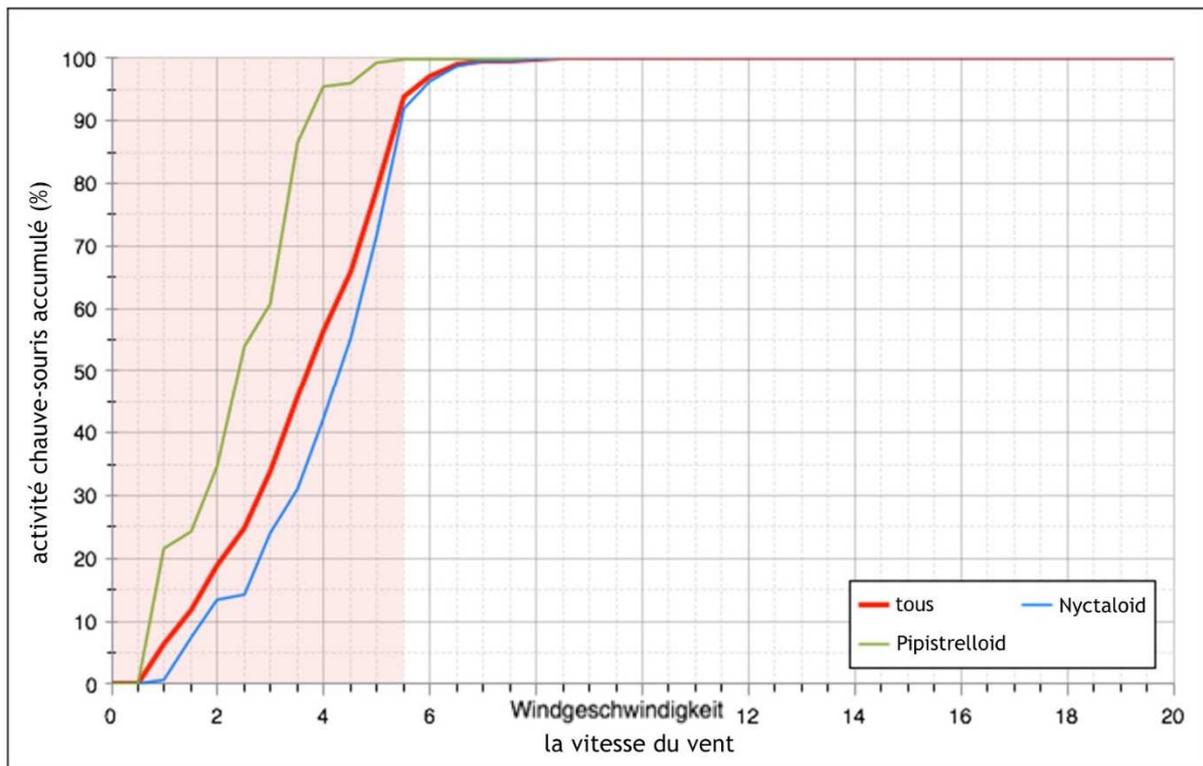


Figure 8 : Activité cumulée des chauves-souris en fonction de la vitesse du vent à l'éolienne E1 de Germinon en 2018.

4 MESURES D'ASSERVISSEMENT PROPOSEES

4.1 Cadre général

Le suivi acoustique dans l'entourage de la nacelle de l'éolienne E1 du parc de Germinon a permis de répertorier plusieurs espèces menacées, sensibles au risque de collision : la Noctule commune, la Noctule de Leisler, le Vespertilion bicolore, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune ainsi que probablement d'autres espèces des groupes Nycmi, Nyctaloid et Pmid, dans lesquelles sont réunies des séquences de cris se chevauchant entre espèces proches. En Champagne-Ardenne, il est vraisemblable que des sons de Sérotine commune soient dans le groupe des Nycmi et de Pipistrelle de Kuhl dans le groupe Pmid..

BRINKMANN et al. 2011, ont démontré la corrélation entre des valeurs d'activités élevées et des taux de collision élevés. En l'absence de mesures de réduction du risque de collisions, les chiroptères seraient donc davantage menacés dans l'entourage des éoliennes du parc de Germinon. Une augmentation significative du risque de collision peut être évitée pour toutes les espèces en ajustant la vitesse de démarrage des éoliennes à des moments appropriés.

4.2 Variantes d'asservissement du fonctionnement de l'éolienne en faveur des chiroptères

3 variantes de calcul de la vitesse de démarrage de l'éolienne pour un fonctionnement favorable à la préservation des chiroptères sont proposées.

4.2.1 Au seuil de 90% d'activité

La première consiste à retenir la vitesse seuil déterminée par l'analyse avec bcAdmin3 (voir paragraphe 3.2.2). Celle-ci indique que 90 % de l'activité des chiroptères se déroulent durant des vitesses de vent inférieures à **5,5 m/s**.

Une vitesse de démarrage à 5,5 m/s permet ainsi de préserver 90% de l'activité des chiroptères dans l'entourage de la nacelle.

4.2.2 A l'aide du logiciel ProBat

Les vitesses de démarrage recommandées sont déterminées à l'aide du logiciel ProBat. Ce programme a été développé à la suite du projet de recherche national "Développement de méthodes pour étudier et réduire le risque de collision des chiroptères sur les éoliennes terrestres" (BRINKMANN et al. 2011) soutenu par le Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire d'Allemagne (voir section 3.2.4).

La période d'activité principale des chauves-souris de l'éolienne étudiée étant limitée aux trois mois d'été de juillet, août et septembre, la période de référence du 01.07 au 30.09, recommandée dans le guide des données requises pour ProBat, est utilisée comme base de calcul.

A l'aide du logiciel ProBat, le nombre de victimes par collision été calculé en croisant les données d'activité chiroptérologique mesurées par le Batcorder avec les données de vitesse de vent à hauteur de nacelle. Deux variantes

d'asservissement du fonctionnement de l'éolienne sont proposés, l'une sur la base d'une **vitesse de vent globale** et l'autre sur la base de **vitesse d'arrêt optimisée**.

La version optimisée calcule une vitesse de démarrage spécifique pour chaque dixième de nuit durant les mois de fonctionnement (annexe). Un dixième de nuit représente 10 % de la moyenne de la durée de nuit du mois respectif. Les pertes d'énergie causées par les temps d'arrêt peuvent encore être réduites en utilisant les vitesses de démarrage optimisées.

Résultats du calcul avec ProBat pour l'éolienne E1 de Germinon

Les résultats calculés sur la base du suivi mené en 2018 pour l'éolienne E1 d'un diamètre de rotor de 117 m sont les suivants :

Vitesse de démarrage globale [m/s]

- Nombre de victimes par collision par an sans fonctionnement favorable aux chauves-souris : **21,90¹**
- Nombre de victimes maximales acceptables par collision par an avec un fonctionnement favorable aux chauves-souris : **2,00**
- Vitesse de démarrage globale [m/s] : **5.30**

Vitesse d'arrêt optimisée [m/s]

- Les vitesses de vent optimisées pour les mois de juillet à septembre (période de référence 01.07 à 30.09) sont déterminées pour l'éolienne E1 dans le rapport PROBAT en annexe.

¹ L'estimation de la mortalité réalisée en 2016 sur le parc éolien de Germinon (en l'absence de mesure de bridage) selon la formule de HUSO était de 26,16/ an et de 22,56/ an selon la formule d'Erickson.

5 CONCLUSION

A partir du 15 juillet 2018, 19 éoliennes (E1, E2, E3, E5, E6, E7, E10, E11, E13, E14, E15, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E26 et E27) sur 30 du parc de Germinon ont été bridées chaque nuit (à partir d'une heure avant le coucher et une heure après le lever du soleil) dans les conditions d'un vent < 6m/s pour une température > 10°C en absence de pluie. 2 éoliennes supplémentaires furent asservies à partir du 05 septembre 2018 selon les mêmes conditions suite à la détection de cas de mortalité sous ces éoliennes E4 et E17.

Engie Green a souhaité optimiser ces paramètres de bridage pour réduire encore la mortalité des chiroptères en assurant un fonctionnement optimal du parc éolien. Un Batcorder a ainsi été installé dans la nacelle de l'éolienne E1 pour mesurer l'activité des chiroptères dans son entourage de mars à octobre.

Une forte activité de chauves-souris, en particulier du groupe des sérotules très sensible à la mortalité par collision, a été observée au niveau de l'éolienne E1.

Afin de réduire l'impact sur ces espèces, une modification de la vitesse de démarrage sont nécessaires. Les vitesses de démarrage recommandées à ce stade ont été déterminées de deux façons.

La première consiste à considérer comme acceptable un démarrage de l'éolienne au-delà d'un seuil de 90% d'activité des chiroptères en postulant que les 10% restants correspondent à une activité exceptionnelle.

Ce seuil est atteint **au-delà d'une vitesse de vent de 5,5 m/s.**

Les deux autres variantes d'asservissement sont calculées à l'aide du programme ProBat. Celui-ci permet de calculer :

- I. **La vitesse de démarrage globale** pendant les mois de juillet à septembre égale à **5,3 m/s** pour l'éolienne E1
- II. **Les vitesses de démarrage optimisées,**

L'application de vitesses de démarrage optimisées plutôt qu'une vitesse de démarrage globale permet d'augmenter simultanément la production électrique de l'éolienne et la protection des espèces de chauves-souris. Grâce à cette optimisation, une vitesse de démarrage spécifique est proposée pour chaque dixième de nuit pour les différents mois de fonctionnement. Cette vitesse de démarrage spécifique est souvent très inférieure à la vitesse de démarrage globale. Les pertes d'énergie causées par les temps d'arrêt sont ainsi réduites sans augmenter le risque d'impacter les chauves-souris.

Nous proposons que les 30 éoliennes de Germinon soient exploitées avec des algorithmes de fonctionnement calculés avec Probat, pour tester son efficacité en France.

6 BIBLIOGRAPHIE

ADOMEIT, U., I. NIERMANN, O. BEHR, U. R. BRINKMAN (2011): Charakterisierung der Fledermausaktivität im Umfeld von Windenergieanlagen mittels IR-Stereoaufnahmen. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. und Reich, M. (Hrsg.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. – Umwelt und Raum Bd. 4, 425 – 457, Cuvillier Verlag, Göttingen.

BEUCHER, Y; KELM, V. (2010): Monitoring-Bericht für den Windenergiestandort Castelnau. (<http://www.wind-eole.com/fr/franzoese/newsdetails/article/150/naechste-kon/>)

BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. UND REICH, M. (HRSG.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 177-286, Cuvillier Verlag, Göttingen

CSRPN, (2007) – Liste rouge des Mammifères de Champagne-Ardenne. Validée le 14 avril 2007 par l'avis n°2007-2 du CSRPN.

[DELIGNY, M. (2017). Suivi de la mortalité avifaune et chiroptères du parc éolien de Germinon (51) 2015 – 2016 - CPIE du Pays de Soulaines / ENGIE GREEN, 24 pages]

ECO OBS: WKA Erweiterung 1.0 für den Batcorder 2.0, Bedienungsanleitung, Stand/Version 1.1 Juni 2010

NIERMANN, I., FELTEN, S. V., KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN, R. & O. BEHR (2011): Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariablen auf die Aktivität von Fledermäusen an Windenergieanlagen. – In: BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. und REICH, M. (Hrsg.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum Bd. 4, 177-286, Cuvillier Verlag, Göttingen.

RODRIGUES, L., BACH, L., DUBOURG-SAVAGE, M.-J., GOODWIN, J. & C. HARBUSCH (2008): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.

[TERNOIS V., COUTEAU C., HARTER N. ET SOUFFLOT J., (2014) – Synthèse préliminaire de la mortalité des chiroptères due aux éoliennes en Champagne-Ardenne. Plan régional d'actions en faveur des chiroptères (Champagne-Ardenne) - CPIE du Pays de Soulaines, LPO Champagne-Ardenne, RENARD, CENCA. 8pp.]

TERNOIS V. et BELLENOUE S (coord.), 2017. Impact du développement éolien sur les oiseaux et les chiroptères. Etat des lieux provisoire sur la mortalité connue en Champagne-Ardenne (+ Lorraine et Alsace). Actes du 2ème colloque « Grand Est » d'ornithologie (Montier en der, décembre 2016). Ciconia.

UICN France, MNHN, SFEPM&ONCFS, (2017) – La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

Rapport général PROBAT réalisé le : 13.11.2018 par : Simon

Version:0.3

Parc éolien de Germinon**Turbine****1**

Situation géographique (degrés décimaux): **Latitude** **48,87** **Longitude** **4,151****Type de région naturelle : Moyennes montagnes occidentales****Année d'échantillonnage :** **2018****Diamètre du rotor (m) :** **117,00****Détecteur de chauve-souris :** **"ecoObs BC -36 dB"****Énergie annuelle indiquée (kWh) :** **4.908.705****Nombre de victimes par an sans temps de coupure : 21,9****Nombre de victimes par an avec un fonctionnement favorable aux chauves-souris : moins de 2,0****L'intervalle crépusculaire a été inclus dans le calcul de chaque mois.****Pourcentage d'enregistrements durant l'intervalle crépusculaire de chaque mois** **0,0****Pourcentage d'enregistrements durant l'intervalle crépusculaire de septembre et octobre** **0,0****Éléments concernant la turbine de l'année d'échantillonnage ci-dessus :****Facteur de production de l'année d'échantillonnage :** **4,8****Vitesse de vent globale de démarrage (m/s) :** **5,3****Énergie non générée avec une vitesse globale de démarrage :****38 612 kWh, correspondant à 0,8 % de l'énergie annuelle****Énergie non générée avec des vitesses de démarrage optimisées :****31 820 kWh, correspondant à 0,6 % de l'énergie annuelle****Nuits d'échantillonnage avec détecteur et vent**

du	28 mars	au	30 mars
du	1^{er} avril	au	22 mai
du	29 mai	au	20 juin
du	25 juin	au	2 juillet
du	4 juillet	au	10 juillet
du	12 juillet	au	27 juillet

du	30 juillet	au	5 août
du	8 août	au	8 août
du	21 août	au	29 août
du	31 août	au	2 septembre
du	10 septembre	au	14 septembre
du	18 septembre	au	18 septembre
du	20 septembre	au	1 ^{er} octobre
du	3 octobre	au	3 octobre
du	5 octobre	au	20 octobre

Nuits d'échantillonnage vent seul

du	28 mars	au	30 mars
du	1 ^{er} avril	au	22 mai
du	29 mai	au	20 juin
du	25 juin	au	2 juillet
du	4 juillet	au	10 juillet
du	12 juillet	au	27 juillet
du	30 juillet	au	5 août
du	8 août	au	8 août
du	21 août	au	29 août
du	31 août	au	2 septembre
du	10 septembre	au	14 septembre
du	18 septembre	au	18 septembre
du	20 septembre	au	24 octobre
du	26 septembre	au	1 ^{er} octobre
du	3 octobre	au	3 octobre
du	5 octobre	au	17 octobre
du	19 octobre	au	20 octobre

Exigences minimales concernant l'échantillonnage

Une nuit d'enregistrement valide nécessite au moins 80 % d'intervalles de mesure valides.

**Pendant la période de fonctionnement favorable aux chauves-souris
du 28 mars au 23 octobre il y a 210 nuits**

Cela signifie que 140 nuits au minimum doivent être échantillonnées, et si possible au moins 158 nuits.

Pour 162 nuits, les données concernant les détecteurs et la vitesse du vent étaient valides

Pour 162 nuits, les données sur le vent étaient complètes et valides

Durant la période centrale de référence

du 1er juillet au 30 septembre il y a 92 nuits

Cela signifie que 61 nuits au minimum doivent être échantillonnées, et si possible au moins 69 nuits

Pour 61 nuits, les données concernant les détecteurs et la vitesse du vent étaient valides

Pour 61 nuits, les données sur le vent étaient complètes et valides

Vitesses de démarrage optimisée

mois	période de la nuit	vitesse de démarrage (m/s)
03	0-0,1	4,9
03	0,1-0,2	5,3
03	0,2-0,3	5,1
03	0,3-0,4	5,0
03	0,4-0,5	5,1
03	0,5-0,6	4,8
03	0,6-0,7	4,8
03	0,7-0,8	4,4
03	0,8-0,9	4,2
03	0,9-1	2,5
04	0-0,1	5,0
04	0,1-0,2	5,4
04	0,2-0,3	5,2
04	0,3-0,4	5,1
04	0,4-0,5	5,1
04	0,5-0,6	4,8
04	0,6-0,7	4,9
04	0,7-0,8	4,4
04	0,8-0,9	4,3
05	0,9-1	2,6
05	0-0,1	5,4
05	0,1-0,2	5,8

mois	période de la nuit	vitesse de démarrage (m/s)
05	0,2-0,3	5,6
05	0,3-0,4	5,5
05	0,4-0,5	5,5
05	0,5-0,6	5,3
05	0,6-0,7	5,3
05	0,7-0,8	4,9
05	0,8-0,9	4,8
05	0,9-1	3,5
06	0-0,1	5,4
06	0,1-0,2	5,8
06	0,2-0,3	5,6
06	0,3-0,4	5,6
06	0,4-0,5	5,5
06	0,5-0,6	5,2
06	0,6-0,7	5,2
06	0,7-0,8	4,8
06	0,8-0,9	4,7
06	0,9-1	3,2
07	0-0,1	5,7
07	0,1-0,2	6,0
07	0,2-0,3	5,8
07	0,3-0,4	5,7
07	0,4-0,5	5,6
07	0,5-0,6	5,4
07	0,6-0,7	5,4
07	0,7-0,8	5,1
07	0,8-0,9	5,1
07	0,9-1	3,8
08	0-0,1	5,7
08	0,1-0,2	6,1
08	0,2-0,3	5,8
08	0,3-0,4	5,8
08	0,4-0,5	5,7
08	0,5-0,6	5,4
08	0,6-0,7	5,4
08	0,7-0,8	5,0
08	0,8-0,9	5,0
08	0,9-1	3,7
09	0-0,1	5,2
09	0,1-0,2	5,6
09	0,2-0,3	5,4
09	0,3-0,4	5,4

mois	période de la nuit	vitesse de démarrage (m/s)
09	0,4-0,5	5,3
09	0,5-0,6	5,1
09	0,6-0,7	5,0
09	0,7-0,8	4,6
09	0,8-0,9	4,7
09	0,9-1	3,2
10	0-0,1	5,1
10	0,1-0,2	5,5
10	0,2-0,3	5,2
10	0,3-0,4	5,1
10	0,4-0,5	5,0
10	0,5-0,6	4,7
10	0,6-0,7	4,7
10	0,7-0,8	4,4
10	0,8-0,9	4,4
10	0,9-1	2,8