

PARC ÉOLIEN DU BOIS CLERGEONS SASU

**RENOUVELLEMENT DU PARC ÉOLIEN DU  
BOIS CLERGEONS (JANVILLE-EN-BEAUCE  
ET POINVILLE, 28)**

**PORTER-À-CONNAISSANCE  
ANNEXE 6 : SUIVIS POST-IMPLANTATION PARC  
EXISTANT – CALIDRIS, 2018 ET ENVOL  
ENVIRONNEMENT, 2020**

# Suivi postimplantation des parcs éoliens de Beauce (28)

Bois Clergeon

Eurowatt

Suivi de mortalité, d'activité avifaunistique

et des habitats naturels

Juillet 2018

## Sommaire

INTRODUCTION .....	3
LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN .....	4
1. Situation géographique et caractéristiques technique du parc Bois Clergeon .....	4
2. Historique des études écologiques réalisées sur le parc.....	7
3. Synthèse des études écologiques réalisées dans le cadre de l'étude d'impact (NORDEX, 2002) ..	7
MÉTHODOLOGIES.....	10
1. Équipe de travail.....	10
2. Suivi de mortalité .....	10
3. Suivi d'activité ornithologique.....	12
4. Suivi des habitats naturels.....	16
RÉSULTATS .....	17
1. Suivi de mortalité .....	17
2. Suivi d'activité ornithologique.....	20
3. Suivi des habitats naturels.....	33
CONCLUSION .....	37
BIBLIOGRAPHIE .....	38
ANNEXES .....	40
Annexe 1 : Liste et statuts des espèces d'oiseaux observées sur le site d'étude .....	40

## Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des parcs éoliens de Beauce .....	5
Carte 2 : Localisation des parcs éoliens de Beauce .....	6
Carte 3 : Localisation des points IPA .....	14
Carte 4 : Localisation des points d'observation du protocole busards .....	15
Carte 5 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité.....	19
Carte 6 : Richesse spécifique et abondance relative.....	25
Carte 7 : Localisation des observations et des comportements des rapaces .....	27
Carte 8 : Localisation des espèces patrimoniales observées (hors rapaces) .....	30
Carte 9 : Habitats naturels dans les 500 m autour des éoliennes.....	35

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Équipe de travail .....	10
Tableau 2 : Dates de suivi de l'avifaune nicheuse.....	12
Tableau 3 : Cadavres découverts lors du suivi de mortalité .....	17
Tableau 4 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à proximité des éoliennes).....	21
Tableau 5 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à distance des éoliennes).....	23

Tableau 6 : Listes et statuts des espèces patrimoniales nicheuses observées sur le site..... 28  
 Tableau 7 : Évolution des populations d'oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial à proximité du parc 32  
 Tableau 8 : Habitats naturels recensés ..... 33



L'arrêté du 26 août 2011 (arrêté relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement) prévoit de mettre en place un suivi environnemental sur un parc éolien après sa construction. Il est dit dans l'article 12 que ce suivi interviendra « au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. »

Suite à l'implantation de parcs éoliens sur les communes de Janville et Poinville dans l'Eure-et-Loir, la société Eurowatt ont confié à la société Calidris la réalisation du suivi environnemental suivant les modalités du protocole de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) de novembre 2015 (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015).

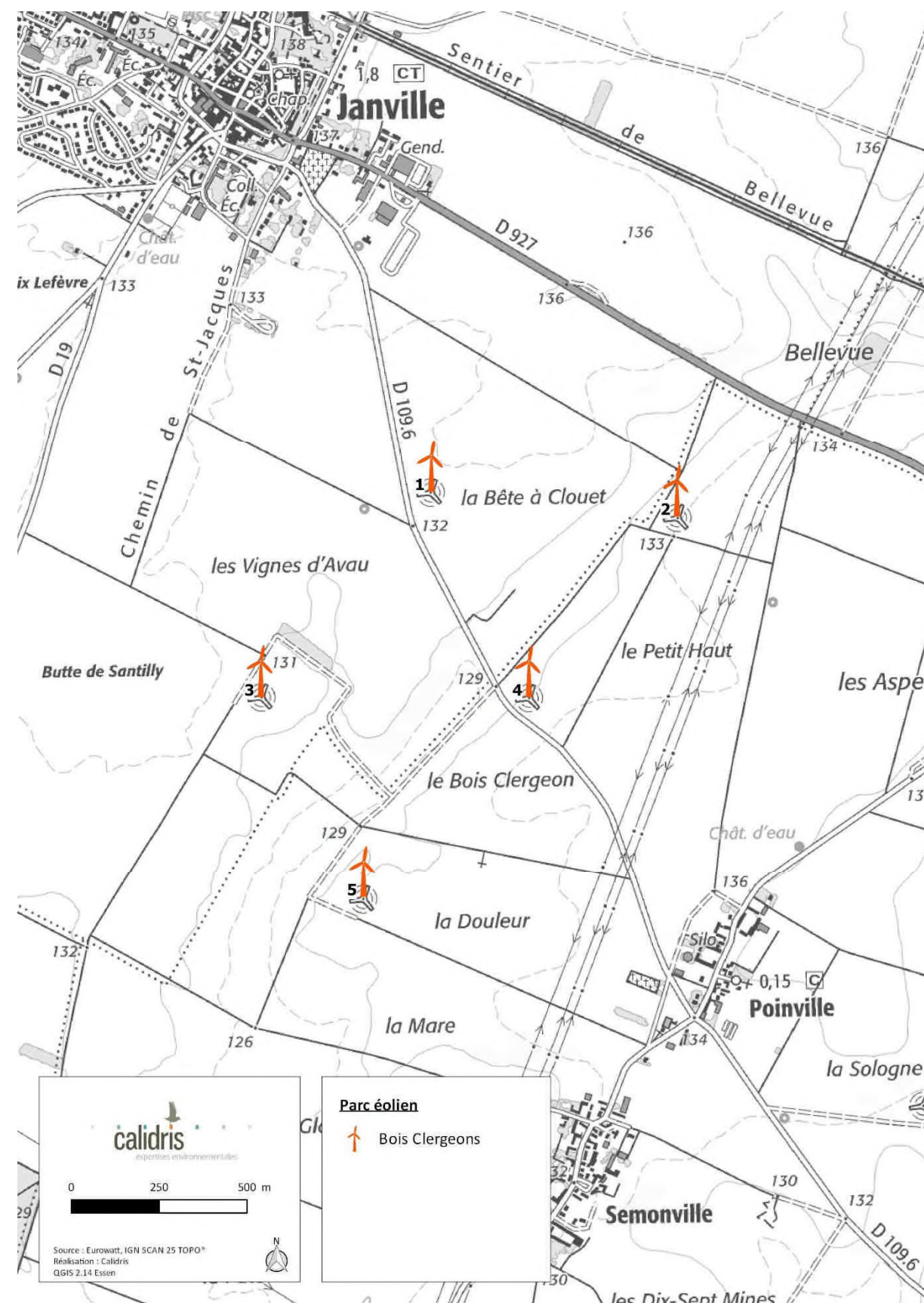
## LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN

### 1. Situation géographique et caractéristiques technique du parc Bois Clergeon

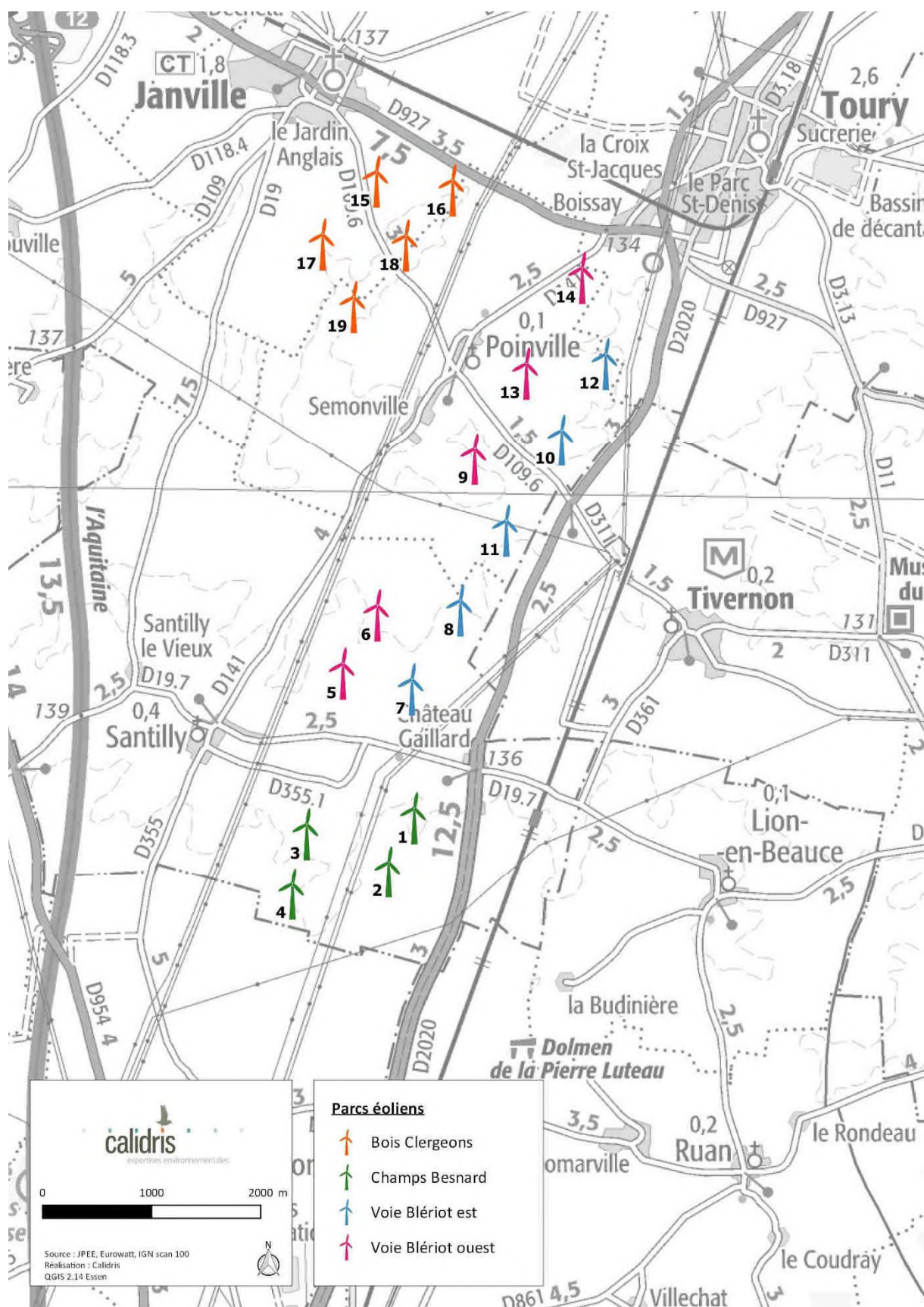
Le projet porte sur une zone de plaine très ouverte, comprenant les communes de Poinville et de Janville. Cette zone est constituée essentiellement de champs agricoles et de quelques hameaux et fermes isolés. Les rares parties boisées sont très éloignées du site et essentiellement confinées à la ZNIEFF de Poupry, au sud-ouest de la zone.

Ce suivi postimplantation concerne un parc éolien situé au sud de la départementale D926 (carte 1). Ce parc comporte 5 éoliennes disposées sur deux lignes d'orientation générale nord-ouest / sud-est. Les éoliennes sont des Nordex N90/2300 pour une puissance totale de 12 MW (puissance unitaire de 2,4 MW).

Ce parc se situe dans une zone où cinq autres parcs sont présents (confer carte 2). Le suivi des différents parcs a été réalisé en même temps.



Carte 1 : Localisation des parcs éoliens de Beauce



Carte 2 : Localisation des parcs éoliens de Beauce

## 2. Historique des études écologiques réalisées sur le parc

La présente étude a pour objectif principal l'évaluation des risques de perturbation des territoires de reproduction et d'alimentation des oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial.

Aussi, les résultats des prospections naturalistes réalisées avant la création du parc, et après sa mise en fonctionnement sont utilisés dans la présente analyse. Il s'agit de l'étude d'impact écologique (NORDEX, 2002).

## 3. Synthèse des études écologiques réalisées dans le cadre de l'étude d'impact (NORDEX, 2002)

L'étude d'impact écologique a été effectuée par l'association Naturalistes Orléanais en 2002. Seuls les inventaires sur l'avifaune et la flore et les habitats naturels sont détaillés ci-dessous.

### 3.1. Avifaune

L'avifaune observée durant les phases de terrain de 2002 était classique des zones céréalières : Alouette des champs, Pipit farlouse, Bergeronnette grise, Faucon crécerelle, Perdrix grise, Étourneau sansonnet... 49 espèces ont été recensées. Quelques espèces patrimoniales ont été notées :

- ✚ **Busard Saint-Martin** : nidification de quelques couples répartis sur les 3 communes. Des individus isolés fréquentent les jachères durant la période hivernale.
- ✚ **Busard cendré** : 1 mâle observé au printemps 2002, sans preuve de reproduction (Santilly).
- ✚ **Hibou des marais** : un important dortoir hivernal présent dans le Loiret à moins de 6 km du secteur d'étude permet de supposer que les jachères du secteur sont exploitées par l'espèce durant la mauvaise saison (chasse des campagnols).
- ✚ **Édicnème criard** : quelques couples probables dans la zone d'étude.
- ✚ **Alouette calandrelle** : plusieurs couples ont été recensés en 2002 sur les communes de Janville, Poinville et Santilly.

### 3.2. Flore et habitats naturels

Lors de l'étude d'impact de 2002, l'association Naturalistes Orléanais avait constaté partout la pauvreté de la flore spontanée. Les seuls rares endroits où elle peut s'exprimer sont les bords de chemins et routes. À ces endroits sont notés quelques graminées (chiendents, fétuques...), une Matricaire (*Matricaria recutita*) et quelques rudérales et adventices communes des cultures (chénopodes, arroches, moutarde, Coquelicot...). Ces espèces constituent toute la flore herbacée des milieux ouverts de ces communes. De plus, les zones où la végétation spontanée s'exprime le mieux sont l'ancienne carrière de Janville, aujourd'hui comblée au profit d'une décharge d'inertes et de déchets de jardins et, dans une moindre mesure quelques jachères implantées sur les secteurs où affleure le calcaire sous forme de pierriers, en particulier entre Poinville et Janville et à la limite communale entre Santilly et Poinville, à l'est de la D 141. Une partie de ces secteurs est concernée par le passage de lignes HT et THT.

L'association avait également mis en avant l'absence de boisement et avait indiqué que le bois le plus proche était le bois de Réveillé, en limite de zones d'implantation des éoliennes. Ce boisement était un bois de feuillus d'environ 6 ha, parcouru par de grandes allées entretenues pour la chasse. Il est constitué de Charmilles, Noisetiers, sureaux, Chênes rouvres, aubépines, fusains, cornouillers... des espèces caractéristiques des zones calcaires.

### 3.3. Synthèse des enjeux, des impacts et mesures

Concernant la flore, l'association Naturalistes Orléanais avait conclu à une absence d'enjeu ou d'impact : « Compte tenu de l'emprise très faible des éoliennes et de leur localisation en terrain exclusivement agricole, aucune perturbation n'est identifiable sur la flore présente dans le secteur ».

Au niveau de l'avifaune nicheuse les enjeux concernent les espèces patrimoniales : Alouette des champs, Alouette calandrelle, Cochevis huppé, Perdrix grise, Caille des blés, Busard Saint-Martin, Busard cendré et Cédicnème criard. Leurs effectifs sont faibles et ces espèces s'accommodent à la présence d'éoliennes. Les impacts en période de fonctionnement avaient été indiqués faibles. En revanche, en période de travaux un risque de destruction de nids ou d'individus pouvait survenir en cas de travaux en période de reproduction. Une mesure évitant tous travaux lors de la période de reproduction des oiseaux avait été proposée par l'association Naturalistes Orléanais.

À propos de l'avifaune hivernante ou migratrice, les impacts en phase travaux ont été estimés faibles, car le site d'étude n'est pas répertorié parmi les grandes zones d'hivernage d'importance départementale ou régionale. En revanche, en période d'exploitation, le risque de collisions avait

été évalué comme réel pour les oiseaux migrateurs (en particulier les rapaces). En effet, le site étudié s'inscrit dans un couloir migration (nord-est / sud-ouest). Une disposition en ligne, parallèle ou sub-parallèle à l'axe migratoire dirigé nord-est / sud-ouest avait été préconisée pour réduire les risques dans une situation de migration diffuse et multi-espèce.

# MÉTHODOLOGIES



## 1. Équipe de travail

Tableau 1 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Nom
Expertise ornithologique	Élodie FAUX – Chargé d'études ornithologue – bureau d'études Calidris
Expertise botanique	Frédéric TINTUIER – Chargé d'études botaniste – Bureau d'études Calidris
Suivi de mortalité	Louise MESSU – Chargée d'études – Bureau d'études Calidris

## 2. Suivi de mortalité

### 2.1. Dates de suivi

Quatre passages espacés de trois jours ont été réalisés entre les 04 et 29 septembre 2017. Il est documenté que c'est à cette période qu'ont essentiellement lieu les cas de collisions chez les chiroptères.

Le suivi de mortalité a visé la recherche de cadavres aussi bien de chauves-souris que d'oiseaux.

### 2.2. Protocole

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue du comptage d'éventuels cadavres et de l'identification des espèces des cadavres qui seraient découverts.

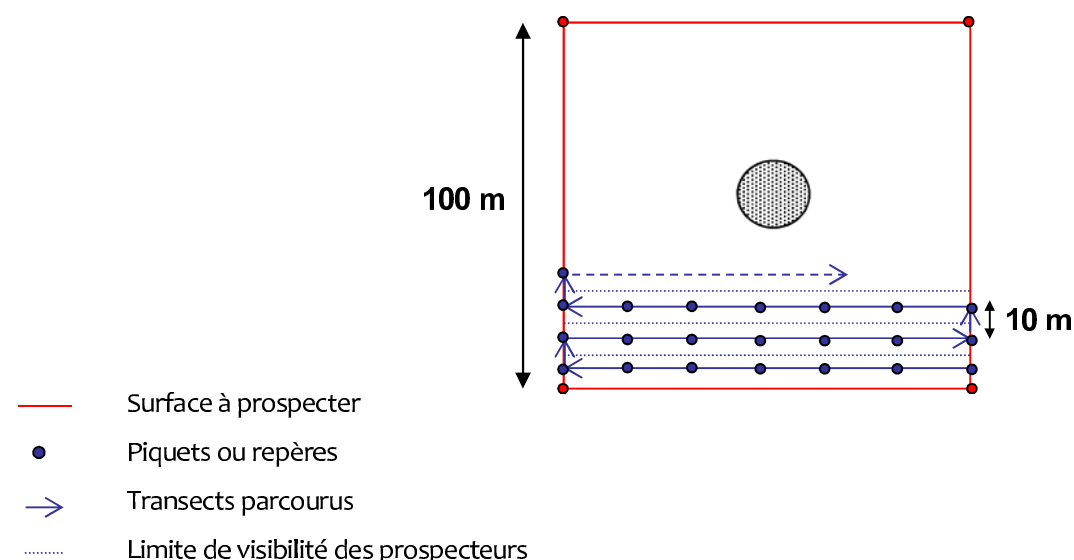
Le nombre total d'animaux tués par groupe étant égal au nombre de cadavres découverts corrigé par divers paramètres (taux d'efficacité du prospecteur et taux de disparition des cadavres).

Il n'existe pas à ce jour de protocole standard pour le suivi de mortalité des chiroptères. Les lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens publiées par EUROBATS rappellent que dans l'idéal, il faut prospecter un cercle dont le rayon est égal à la hauteur de l'éolienne. Le protocole LPO (ANDRÉ, 2009), utilisé en France (DULAC, 2008 ; AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE, 2010) préconise quant à lui de prospecter un hectare (100 m x 100 m).

En se basant sur ce dernier protocole, la recherche des cadavres pourra se faire pour chaque machine dans un carré de 100 m de côté centré sur l'éolienne soit une surface totale de 1 ha (à noter que cette surface pourra être adaptée en fonction des contraintes liées au terrain telles que la présence de cultures, de travaux agricoles, etc.). Des piquets pourront être disposés à équidistance les uns des autres sur une longueur de 100 m, sous forme de quadrillage. Ce dispositif permet à l'observateur de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. La prospection est réalisée de part et d'autre des lignes matérialisées par les piquets. Afin de faciliter les prospections, la zone à prospecter et les axes de transects seront matérialisés au sol par des piquets repères, marques de peinture, etc. Chaque transect permettra à l'observateur de contrôler 5 m de part et d'autre de son parcours.

Dans le but de maximiser la détection d'éventuels cadavres, le prospecteur devra, lors des transects, circuler à vitesse lente et constante afin de conserver une pression d'observation similaire pour chaque machine. À titre indicatif, le temps de prospection d'une éolienne estimé pour une distance parcourue de 1 000 m est de l'ordre de 1 h 15 min.

Exemple de schématisation des parcours de prospection (Source : LPO, 2004 révisé par Calidris) :



Pour chaque visite, l'observateur remplira une fiche de renseignements. En effet, les données relatives à la découverte de cadavres seront notées sur une fiche de terrain détaillée recensant à minima les informations suivantes :

- date et heure ;
- présence/absence de cadavre ;
- nombre et nature du ou des cadavres ;
- état du ou des cadavres (photographie à l'appui) ;
- localisation précise du ou des cadavres (directement par GPS ou appareil photo équipé d'un GPS) ;
- cause présumée de la mort.

### 3. Suivi d'activité ornithologique

#### 3.1. Dates de suivi

Tableau 2 : Dates de suivi de l'avifaune nicheuse

Dates	Météorologie	Objectif
10/04/2017	Nuageux 100 %, vent faible à fort, 10 à 20°C	Avifaune nicheuse – IPA
11/04/2017	Nuageux 20 à 70 %, vent faible à fort, 4 à 17°C	Avifaune nicheuse – IPA
12/04/2017	Nuageux 0 à 10 %, vent faible à fort, 5 à 23°C	Avifaune nicheuse – IPA
15/05/2017	Nuageux 50 à 80 %, vent faible, 9 à 23°C	Avifaune nicheuse – IPA
16/05/2017	Nuageux 70 à 90 %, vent faible, 15 à 27°C	Avifaune nicheuse – IPA
17/05/2017	Nuageux 0 à 60 %, vent faible à modéré, 16 à 25°C	Avifaune nicheuse – IPA

#### 3.2. Protocole de suivi

La méthode mise en place pour le recensement de l'avifaune nicheuse est celle des IPA (indice ponctuel d'abondance) définie par BLONDEL *et al.* ont été réalisés (BLONDEL *et al.*, 1970). C'est une méthode relative, standardisée et reconnue au niveau international par l'International Bird Census Committee (IBCC). Elle consiste en un relevé du nombre de contacts avec les différentes espèces d'oiseaux et de leur comportement (mâle chanteur, nourrissage, etc.) pendant une durée d'écoute égale à 20 minutes. Deux passages ont été effectués sur chaque point, conformément au protocole des IPA, afin de prendre en compte les nicheurs précoces (turdidés) et les nicheurs tardifs

(sylviidés). Chaque point d'écoute (IPA) couvre une surface moyenne approximative d'une dizaine d'hectares. Les écoutes ont été réalisées entre 5 h 30 et 11 h du matin par météo favorable. Un total de 60 points d'écoute soit 30 IPA a été réalisé sur la zone d'étude : 15 IPA à proximité des éoliennes et 15 autres à distance (carte 3). L'IPA est la réunion des informations notées dans les deux points d'écoute en ne retenant que l'abondance maximale obtenue dans l'un des deux points.

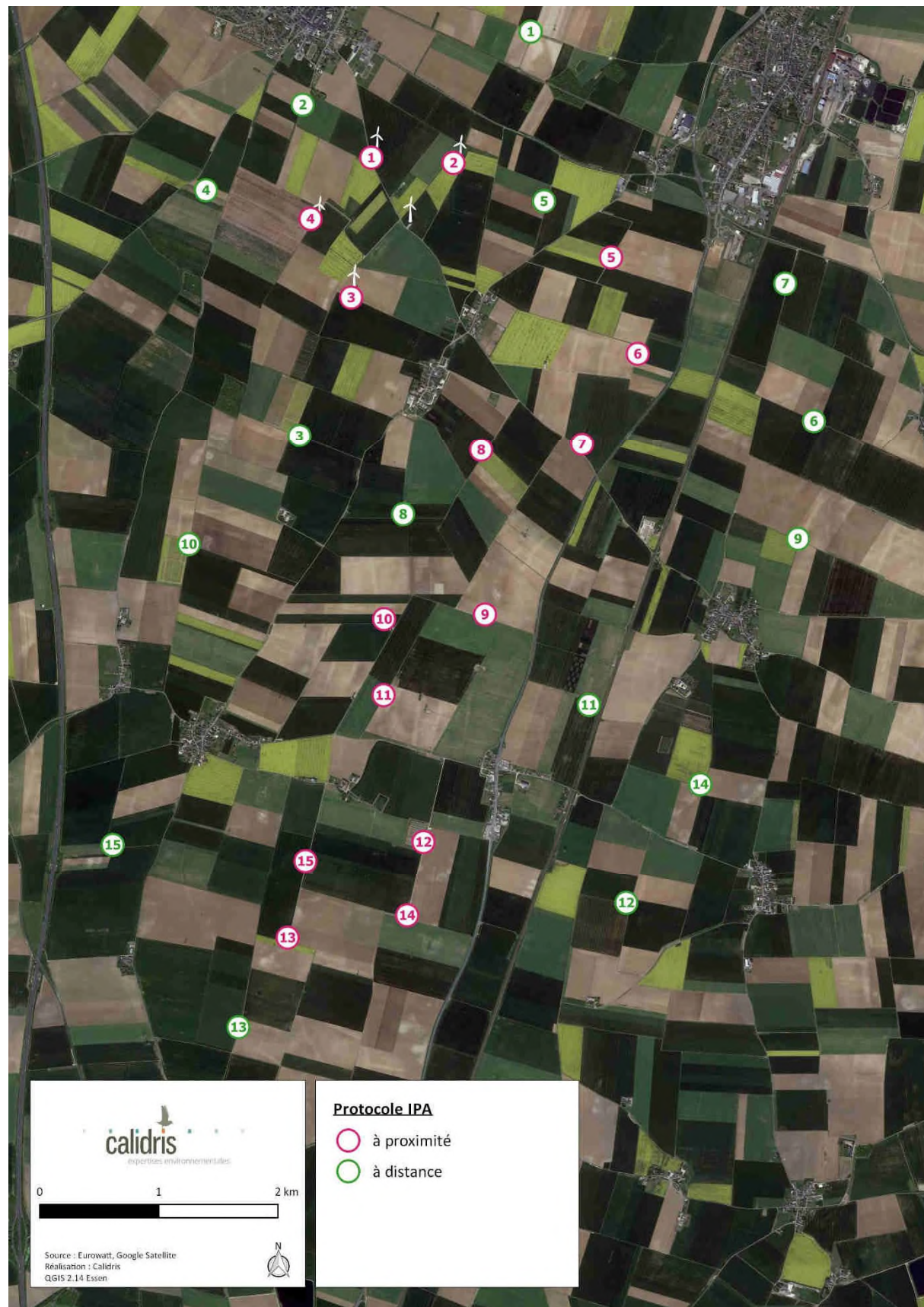


Observateur sur un point d'écoute (photo non prise sur site)

Les points d'écoute ont été positionnés dans des milieux représentatifs du site afin de rendre compte le plus précisément possible de l'état de la population d'oiseaux nicheurs dans et aux abords des parcs. Des observations opportunistes ont été réalisées lors des déplacements entre les points d'écoute et après 11 h lorsque le protocole IPA était terminé. Ces observations ont permis de préciser les résultats obtenus sur les IPA.

Des recherches plus spécifiques ont été menées concernant les Busards Saint-Martin et cendré en recherchant fin avril des indices de reproduction (parades). Ces recherches étant normalement menées dans un rayon de 1 km autour des éoliennes. 2 jours y ont été consacrés avec 24 points d'observation (carte 4).





Carte 3 : Localisation des points IPA



Carte 4 : Localisation des points d'observation du protocole busards

### 3.3. Limites méthodologiques

En ce qui concerne l'avifaune nicheuse, la méthode des IPA a été employée. Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage relative, standardisée et reconnue au niveau européen. D'autres méthodes existent mais semblent moins pertinentes dans le cadre d'une étude d'impact ; c'est le cas par exemple de l'EPS (échantillonnage ponctuel simplifié) utilisée par le Muséum national d'Histoire naturelle pour le suivi des oiseaux communs ou de l'EFP (échantillonnage fréquentiel progressif). En effet, la méthode des IPA permet de contacter la très grande majorité des espèces présentes sur un site car le point d'écoute, d'une durée de vingt minutes, est plus long que pour la méthode de l'EPS qui ne dure que cinq minutes et qui ne permet de voir que les espèces les plus visibles ou les plus communes. De plus, l'IPA se fait sur deux passages par point d'écoute permettant de contacter les oiseaux nicheurs précoces et tardifs, ce que permet également la méthode de l'EPS, mais pas celle de l'EFP, qui est réalisée sur un seul passage. Les points d'écoute ont été répartis sur l'ensemble du parc éolien, afin de recenser toutes les espèces présentes.

## 4. Suivi des habitats naturels

### 4.1. Dates de suivi

La cartographie des habitats naturels a été réalisée le 5 juin 2017.

### 4.2. Protocole de suivi

Dans un rayon de 500 m autour des éoliennes, le parc éolien a été parcouru afin de cartographier et de caractériser les habitats naturels en présence.

Les habitats sont caractérisés sur la base d'un relevé botanique s'apparentant à un relevé phytosociologique simplifié. Il permet de faire un rattachement des habitats observés à la classification phytosociologique sigmatiste et aux nomenclatures européennes (CORINE biotopes (BISSARDON *et al.*, 1997), Natura 2000 (EUROPEAN COMMISSION & DG-ENV, 2013)). Pour la bioévaluation, l'annexe I de la Directive « Habitats » (ANONYMOUS) et la liste rouge Centre (NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2012) a été utilisée.

Les plantes sont déterminées à l'aide de *Flora Gallica* (TISON & DE FOUCAULT, 2014). Leur patrimonialité a été évalué suivant leur statut de protection, leur classement à l'annexe II de la directive « Habitats » et leur classement sur une liste rouge nationale ou régionale avec une cotation minimum de Quasi menacée (NT) (CORDIER, 2010 ; UICN FRANCE *et al.*, 2010, 2012).



## 1. Suivi de mortalité

Les recherches de mortalité réalisées ont permis de retrouver deux cadavres d'oiseaux sous deux éoliennes différentes.

Aucun cadavre de chauve-souris n'a été détecté.

Tableau 3 : Cadavres découverts lors du suivi de mortalité

Date	Numéro de l'éolienne	Espèce	État
05/09/2017	16	Non identifiable	Décomposé, sec
21/09/2017	17	Hirondelle rustique	Frais



Hirondelle rustique

La mortalité constatée sur le parc éolien de Bois Clergeon est très faible. L'Hirondelle rustique est une espèce protégée en France mais non menacée aux listes rouges nationale et régionale. D'après le *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*, son niveau de sensibilité à l'éolien est considéré comme nul (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015).

Il est assez régulièrement constaté sur les suivis de parcs éoliens que la mortalité des oiseaux survient majoritairement au printemps alors que la mortalité des chiroptères est plus souvent liée à la période automnale. Le parc éolien de Bois Clergeon est situé dans un espace agricole intensif très peu attractif pour la faune volante.

Étant donné que l'étude d'impact n'a pas conclu à un impact résiduel significatif sur l'avifaune et les chiroptères, l'utilisation des données brutes est suffisante pour estimer la mortalité du parc (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015).

La mortalité constatée sur le parc est faible, il semble donc peu mortifère vis-à-vis de l'avifaune et des chauves-souris.



Carte 5 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité

## 2. Suivi d'activité ornithologique

Partie commune aux six parcs étudiés.

### 2.1. IPA à proximité des éoliennes

#### 2.1.1. Richesse spécifique et abondance relative

La richesse totale est le nombre d'espèces contactées au moins une fois durant la série des relevés. 17 espèces nicheuses ont été dénombrées lors des IPA à proximité des éoliennes pour un nombre d'espèces moyen de 4,9 (écart-type = 2) et une abondance relative moyenne de 10,1 couples (écart-type = 4).

L'écart-type est une mesure de la dispersion d'une variable aléatoire réelle ; en statistique, il est donc une mesure de dispersion de données. Un écart-type de 2 pour le nombre moyen d'espèces de 4,9 indique une dispersion pour chaque IPA de plus ou moins 2 espèces par rapport à la moyenne de 4,9. Les écarts types observés ici sont relativement élevés, notamment pour l'abondance moyenne.

73,3 % des relevés comptent au maximum 5 espèces et 26,7 % des relevés comptent de 5 à 10 espèces.

La diversité spécifique relevée dans les IPA est donc assez faible, avec seulement 17 espèces contactées et l'on peut noter que la grande majorité de ces IPA compte très peu d'espèces. Les valeurs relativement élevées des écart-types montrent que la répartition des espèces et des couples n'est pas homogène entre les IPA alors que les parcs sont implantés dans un paysage uniforme de grandes cultures en milieu ouvert.

Le degré de représentativité des résultats obtenus peut être estimé grâce au rapport  $a/n$  de la formule de FERRY où  $a$  est le nombre total d'espèces rencontrées dans un seul relevé et  $n$  le nombre de relevés effectués (FERRY, 1976). Le rapport  $a/n$  est de 0,27. Il indique qu'il faudrait réaliser 5 relevés supplémentaires pour espérer contacter une nouvelle espèce. L'échantillonnage est donc fiable et représentatif de l'avifaune du secteur étudié.

#### 2.1.2. Fréquence relative spécifique

Les fréquences spécifiques relatives sont obtenues en divisant le nombre de points d'écoute où une espèce a été contactée par le nombre total de points d'écoute. Lorsque cette fréquence ne

dépasse pas 10 %, l'espèce est considérée comme rare sur la zone étudiée, de 10 % à 25 % peu fréquente, de 25 % à 50 % fréquente et à partir de 50 % très fréquente (tableau 4).

Tableau 4 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à proximité des éoliennes)

< 10 %	10 à 25 %	25 à 50 %	> 50 %
Bergeronnette grise	Linotte mélodieuse	Étourneau sansonnet	Alouette des champs
Bruant des roseaux	Merle noir	Perdrix grise	Bergeronnette printanière
Bruant jaune			Bruant proyer
Faisan de Colchide			
Hypolaïs polyglotte			
Pic vert			
Pie bavarde			
Pinson des arbres			
Tarier pâtre			
Tourterelle turque			

Le peuplement d'oiseaux à proximité des éoliennes est composé de 29 % d'espèces fréquentes à très fréquentes et de 71 % d'espèces peu fréquentes à rares. On voit donc que quelques espèces concentrent l'essentiel des observations sur les IPA.

Le groupe des espèces peu fréquentes à rares est constitué en grande partie d'espèces relativement communes au niveau national et régional. On y retrouve essentiellement des espèces de milieux ouverts, reflet des vastes espaces cultivés et uniformes dans lesquels s'insèrent les parcs éoliens.

Parmi les espèces fréquentes à très fréquentes, la plupart présentent des populations importantes sur le territoire national et leurs populations sont encore en bon état de conservation au niveau régional. Les espèces observées sont pour la plupart ubiquistes pouvant se contenter d'une plus grande gamme d'habitats pour leur reproduction et qui augmente localement de façon significative les résultats obtenus par les IPA.

### 2.1.3. Diversité de l'avifaune

L'indice H' de SHANNON et WEAVER rend compte du niveau de la diversité du peuplement ramené aux fréquences relatives des 17 espèces nicheuses contactées au cours des IPA (SHANNON & WEAVER, 1949). Plus l'indice H' est élevé, plus le peuplement est diversifié. Avec un H' de 2,4, le site a un peuplement d'oiseaux relativement peu diversifié, avec seulement quelques espèces qui dominent sur l'ensemble des espèces recensées.

On peut également mesurer le degré d'équilibre en calculant l'indice d'équirépartition J'<sup>2</sup> qui est une mesure du degré de réalisation de la diversité maximale théorique (BLONDEL, 1979). J' est faible puisqu'on obtient une valeur de 0,6 montrant que le peuplement est faiblement équilibré, c'est-à-dire que les effectifs d'oiseaux se concentrent sur quelques espèces.

Ces résultats appuient ce que la fréquence relative spécifique a mis en évidence : un petit nombre d'espèces domine dans les IPA. Quelques espèces ubiquistes sont présentes sur la plupart des IPA et sont accompagnées localement de quelques espèces plus spécialisées lorsque le milieu le permet.

## 2.2. IPA à distance des éoliennes

### 2.2.1. Richesse spécifique et abondance relative

23 espèces nicheuses ont été dénombrées lors des IPA à distance des éoliennes pour un nombre d'espèces moyen par point d'écoute de 6 (écart-type = 3,5) et une abondance relative moyenne de 12 couples par point d'écoute (écart-type = 5,3). Les écarts types observés ici sont également relativement élevés ce qui indique une répartition quantitative hétérogène de l'avifaune sur les parcs éoliens et leurs abords.

67 % des relevés comptent au maximum 5 espèces, 20 % des relevés comptent de 5 à 10 espèces et 13 % plus de 10 espèces.

À l'instar des IPA à proximité des éoliennes, la diversité spécifique est ici également assez faible, avec seulement 23 espèces contactées et l'on peut noter que la grande majorité des IPA compte très peu d'espèces. Les valeurs relativement élevées des écart-types montrent que la répartition des espèces et des couples n'est également pas homogène entre les IPA.

$$^1 H' = \frac{\sum P_i \log P_i}{\log 2}$$

$$^2 J' = H' / H'_{\max} \text{ où } H'_{\max} \text{ est la diversité maximale théorique}$$

Le degré de représentativité calculé par le rapport a/n est ici de 0,23. Il indique qu'il faudrait réaliser 5 relevés supplémentaires pour espérer contacter une nouvelle espèce. L'échantillonnage est donc fiable et représentatif de l'avifaune du secteur étudié.

### 2.2.2. Fréquence relative spécifique

Tableau 5 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à distance des éoliennes)

< 10 %	10 à 25 %	25 à 50 %	> 50 %
Bruant jaune	Étourneau sansonnet	Bergeronnette printanière	Alouette des champs
Caille des blés	Faisan de Colchide	Merle noir	Bruant proyer
Chardonneret élégant	Fauvette à tête noire		
Fauvette des jardins	Linotte mélodieuse		
Fauvette grisette	Perdrix grise		
Geai des chênes	Pinson des arbres		
Mésange charbonnière			
Perdrix rouge			
Pie bavarde			
Pouillot véloce			
Rousserolle effarvatte			
Tourterelle turque			
Traquet motteux			

Le peuplement d'oiseaux du site est composé de 17 % d'espèces fréquentes à très fréquentes et de 83 % d'espèces peu fréquentes à rares. On voit donc que quelques espèces concentrent l'essentiel des observations sur les IPA.

Le groupe des espèces peu fréquentes à rares est constitué en grande partie d'espèces relativement communes au niveau national et régional. On y retrouve essentiellement des espèces de milieux ouverts. Ceci reflète l'homogénéité des habitats présents sur le site.

Parmi les espèces fréquentes à très fréquentes, la plupart présentent des populations importantes sur le territoire national et leurs populations sont encore en bon état de conservation au niveau régional. Les espèces observées sont pour la plupart ubiquistes pouvant se contenter d'une plus grande gamme d'habitats pour leur reproduction et qui augmente localement de façon significative les résultats obtenus par les IPA.

### 2.2.3. Diversité de l'avifaune

Avec un  $H'$  de 2,7, les IPA à distance présentent un peuplement d'oiseaux peu diversifié, avec seulement quelques espèces qui dominent sur l'ensemble des espèces recensées.

La valeur de  $J'$  est faible puisqu'on obtient une valeur de 0,6 montrant que le peuplement est faiblement équilibré, c'est-à-dire que les effectifs d'oiseaux se concentrent sur quelques espèces.

Ces résultats appuient ce que la fréquence relative spécifique a mis en évidence : un petit nombre d'espèces domine dans les IPA. Quelques espèces ubiquistes sont présentes sur la plupart des IPA et sont accompagnées localement de quelques espèces plus spécialisées lorsque le milieu le permet.



Carte 6 : Richesse spécifique et abondance relative

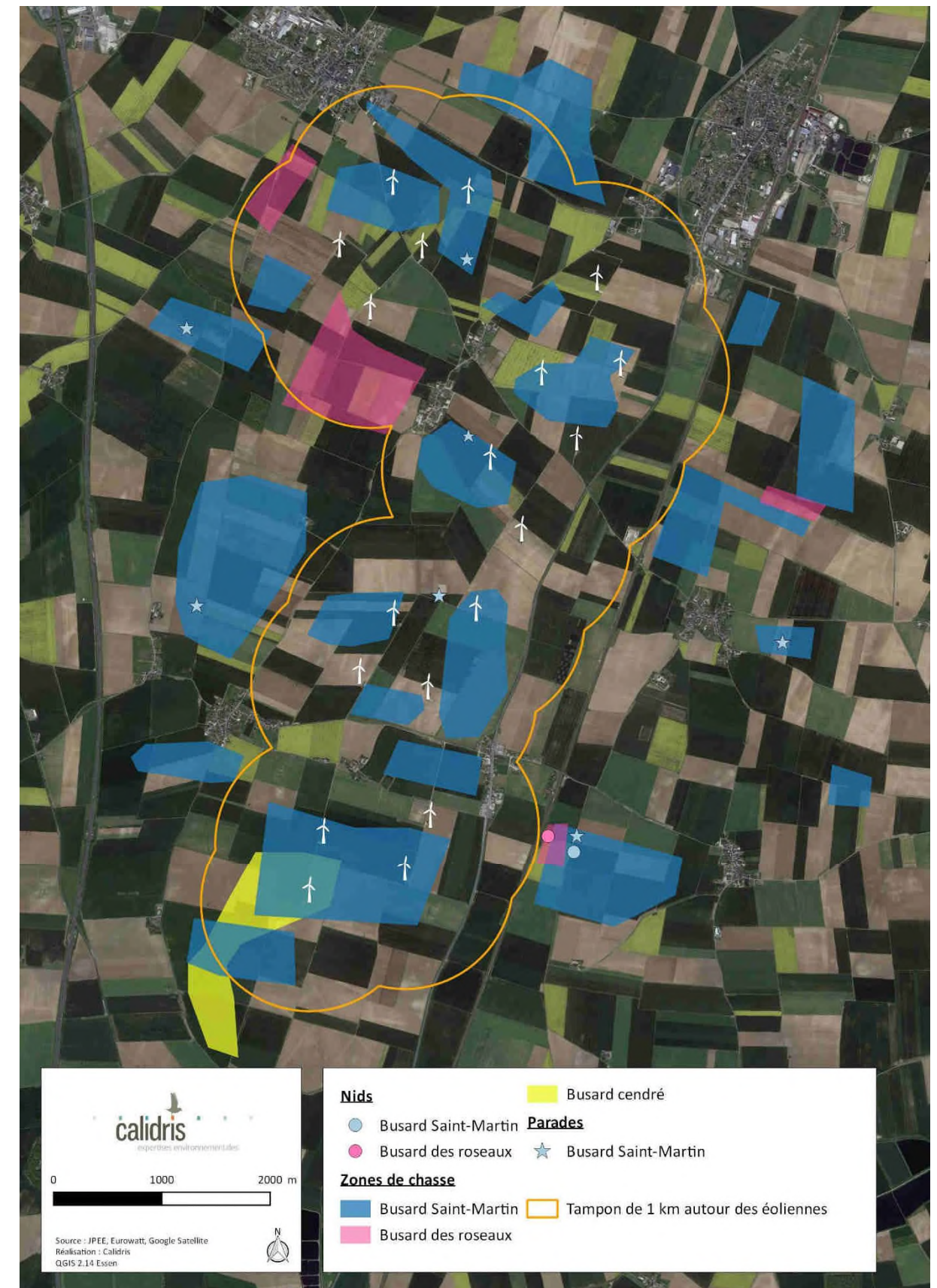
### 2.3. Recherche spécifique des busards

Deux jours ont été consacrés à la recherche de différentes espèces de busards ; ces espèces n'étant pas détectables dans le cadre du protocole IPA. Trois espèces ont été contactées : le Busard Saint-Martin, le Busard des roseaux et le Busard cendré (carte suivante).

Le Busard Saint-Martin a été observé à plusieurs reprises en parades nuptiales dans les parcs éoliens ou à leurs abords, parfois à proximité d'éoliennes. Un nid a été repéré à environ 1 300 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard. De nombreuses zones de chasse de ce busard ont également été notées à travers tout le secteur étudié, même près des éoliennes.

Le Busard des roseaux est également nicheur dans le même secteur que le Busard Saint-Martin. Un nid a été repéré à environ 1 000 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard. Plusieurs zones de chasse ont également été observées bien que moins nombreuses que pour le Busard Saint-Martin.

Concernant le Busard cendré, il utilise le sud du site d'étude comme zone de chasse mais aucun nid n'a été trouvé.



Carte 7 : Localisation des observations et des comportements des rapaces

## 2.4. Espèces patrimoniales

La patrimonialité des espèces a été déterminée en fonction de trois outils de bioévaluation :

- liste des espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux » ;
- liste rouge des espèces menacées en France (UICN FRANCE *et al.*, 2016) ;
- liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre (NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2013)).

Les espèces listées dans l'annexe I de la directive « Oiseaux » sont considérées comme patrimoniales toute l'année. Pour les listes rouges, les espèces retenues sont les espèces menacées – cotées vulnérable (VU), en danger (EN) et en danger critique (CR).

Toutes les espèces appartenant à au moins une de ces listes ont été qualifiées de patrimoniales et sont listées dans le tableau suivant. Parmi les 34 présentes sur le site, 7 peuvent être considérées comme patrimoniales.

Tableau 6 : Listes et statuts des espèces patrimoniales nicheuses observées sur le site

Nom commun	Nom scientifique	Directive oiseaux (Annexe I)	Protection nationale	Liste rouge France (nicheurs)	Liste rouge nicheurs Centre
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>		Oui	EN	VU
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>		Oui	VU	NT
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Oui	Oui	NT	EN
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Oui	Oui	LC	NT
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>		Oui	VU	LC
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		Oui	VU	NT
Œdicnème criard	<i>Burhinus oediconemus</i>	Oui	Oui	LC	LC

Légende : CR : En danger critique / EN : En danger / VU : Vulnérable / NT : Quasi-menacé / LC : Préoccupation mineure / NA : Non applicable / NE : Non étudié / DD : données insuffisantes

### 2.4.1. Bruant des roseaux

Plusieurs mâles chanteurs ont été observés dans les cultures à proximité des éoliennes dans le nord du site d'étude (Voie Blériot est et Bois Clergeon) (carte suivante).

### 2.4.2. Bruant jaune

Plusieurs mâles chanteurs ont été observés dans le secteur du parc de Bois Clergeon.

### 2.4.3. Busard des roseaux

Plusieurs zones de chasse ont été définies dans le nord du site d'étude, autour des parcs de Bois Clergeon, Voie Blériot est et ouest. Il niche à environ 1 000 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard.

### 2.4.4. Busard Saint-Martin

Le Busard Saint-Martin utilise largement le site d'étude comme zones de chasse, que ce soit dans ou à l'extérieur des différents parcs. Un nid a été repéré à environ 1 300 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard.

### 2.4.5. Chardonneret élégant

Quelques mâles chanteurs sont observés à proximité et à distance des éoliennes du site d'étude.

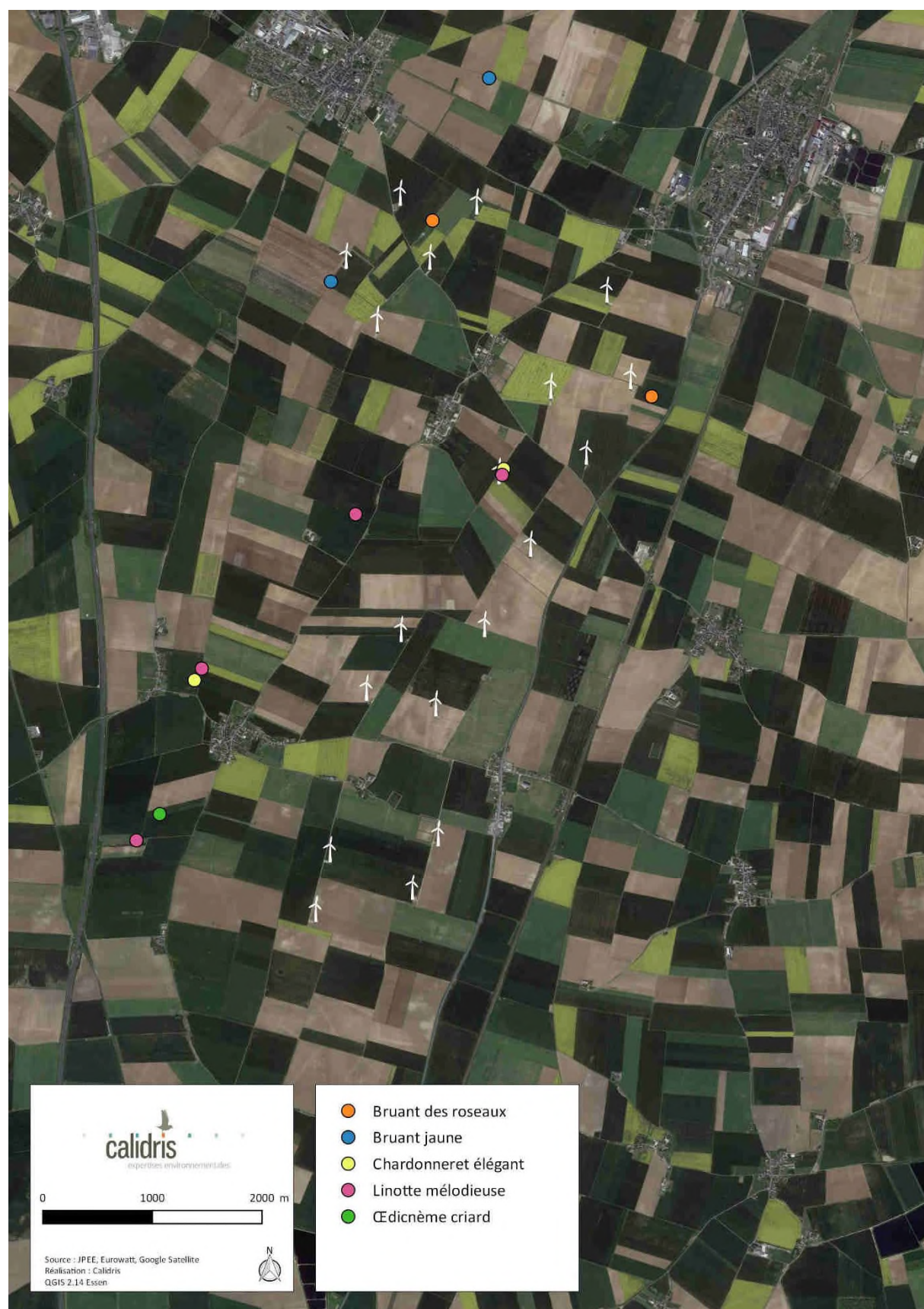
### 2.4.6. Linotte mélodieuse

Plusieurs mâles chanteurs sont observés à proximité et à distance des éoliennes du site d'étude.

### 2.4.7. Œdicnème criard

Un mâle chanteur a été entendu dans des parcelles à l'ouest du site d'étude.





Carte 8 : Localisation des espèces patrimoniales observées (hors rapaces)

## 2.5. Conclusion

La diversité spécifique relevée dans le cadre de ce suivi est faible avec un total de seulement 34 espèces nicheuses recensées. La patrimonialité des espèces est elle-même faible puisque seulement 7 d'entre elles sont patrimoniales. Cette faible diversité s'explique par la forte homogénéité du milieu, grandes cultures ouvertes, avec quasiment aucun élément diversifiant (fourrés, boisements) permettant d'augmenter le nombre d'espèces nicheuses.

Bien que le milieu où sont implantées les éoliennes soit assez homogène, la répartition des espèces en termes de richesse spécifique ou d'abondance relative est hétérogène au sein de ces IPA. Ces derniers sont dominés par un petit lot d'espèces plutôt ubiquistes. Cette tendance s'observe aussi bien à proximité qu'à distance des éoliennes ; les parcs éoliens ne semblent donc pas avoir de réelle influence sur le comportement des oiseaux. Notons que les espèces nicheuses patrimoniales ont été notées à l'extérieur mais aussi dans les parcs éoliens.

## 2.6. Spécificités du parc Bois Clergeon

15 espèces ont été contactées au niveau des 4 points IPA proches des éoliennes du parc éolien Bois Clergeon (points 1, 2, 3 et 4). Au niveau des IPA à distance, 21 espèces ont été notées. La richesse spécifique moyenne autour des éoliennes est supérieure à la moyenne générale (5,25 pour un écart-type de 2,75). Entre 2 et 8 espèces sont notées.

Le nombre de couples varie entre 6 et 18 pour les IPA proches des éoliennes et entre 7 et 18 pour les IPA situés à distance des éoliennes. L'abondance relative moyenne des points proches du parc Bois Clergeon est légèrement inférieure à la moyenne générale (10,5 pour un écart-type de 5,26).

Deux espèces patrimoniales sont présentes à proximités des éoliennes du parc Bois Clergeon. Il s'agit du Bruant jaune (un couple au niveau du point IPA 4) et du Busard Saint-Martin (plusieurs zones de chasse et parades à proximités des éoliennes).

Lorsqu'on s'éloigne des éoliennes quatre espèces patrimoniales sont notées : le Bruant jaune (un couple au point IPA 1), le Busard des roseaux, le Busard Saint-Martin et la Linotte mélodieuse (un couple au point IPA 1 et deux au point IPA 3).

Tableau 7 : Évolution des populations d'oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial à proximité du parc

Espèce	Présence sur le parc et ses abords		Évolution constatée
	Étude d'impact (2002)	Suivi d'activité couplé au suivi de mortalité (2018)	
Alouette calandrelle	Plusieurs couples recensés sur les communes de Janville, Poinville et Santilly.	Non revu	L'espèce est classée « En danger » sur la liste rouge nationale et « En danger critique d'extinction » en région Centre-Val de Loire. Aucun rapprochement avec la construction du parc ne peut être fait.
Cochevis huppé	Nicheur possible	Non revu	En France, l'espèce est considérée en déclin. L'espèce est classée « Vulnérable » en région Centre-Val de Loire. Aucun rapprochement avec la construction du parc ne peut être fait.
Busard cendré	1 mâle observé sans preuve de reproduction (Santilly)	Non revu sur ce parc mais observation au sud du parc Champs Besnard	Peu présent dans le secteur, les quelques observations ne mettent pas en exergue un effet repoussoir du parc.
Busard Saint-Martin	Nidification de quelques couples répartis sur les 3 communes	Le site est utilisé comme zone de chasse et de parade	Régulier avant et après la construction du parc. Territoires de chasse incluant les abords des éoliennes. Aucun nid observé à proximité immédiate des mâts. La construction de ce parc ne semble pas avoir d'effet repoussoir sur cette espèce à ce jour.
Œdicnème criard	Quelques couples probables dans la zone d'étude	Non revu à proximité directe mais observé à l'ouest du parc Champs Besnard	Peu présent dans le secteur, les quelques observations ne mettent pas en exergue un effet repoussoir du parc.
Pluvier doré	Présent en migration et en hivernage	Non revu	
Vanneau huppé	Présent en migration et en hivernage	Non revu	
Hibou des marais	Un important dortoir hivernal présent dans le Loiret à moins de 6 km du secteur d'étude permet de supposer que les jachères du secteur sont exploitées par l'espèce durant la mauvaise saison	Non revu	Les inventaires étant réalisés en période de nidification, aucune évolution ne peut être constatée.
Tarier des prés	Nicheur possible	Non revu	Espèce en fort déclin en France et en Europe, aucun rapprochement avec la construction du parc ne peut être fait

Mise en service du parc

### 3. Suivi des habitats naturels

Tableau 8 : Habitats naturels recensés

Habitats	Code EUNIS	Code EUR28	Surface (ha)
Cultures :			290,49
- betterave			13,89
- blé			174,02
- colza	I1.1	-	56,71
- luzerne			0,44
- maïs			22,67
- petit-pois			9,70
- pomme de terre			13,06
Prairies mésophiles	E2.61	-	2,12
Jachères	I1.52	-	1,33
Friches	E5.1	-	1,99
Bois	G1.A1	-	0,7
Plateformes des éoliennes	-	-	1,01
Haies	FA	-	-

#### 3.1. Cultures

La zone des 500 m autour des éoliennes est nettement marquée par l'agriculture intensive. En effet, 93 % des surfaces cartographiées sont occupées par des cultures de divers types : blé (55,9 %), colza (18,2 %), maïs (7,3 %), betterave (4,5 %), pomme de terre (4,2 %), petit pois (3,1 %) et luzerne (0,1 % restant).

#### 3.2. Prairies mésophiles

Les prairies mésophiles sont en réalité des zones prairiales semées, servant généralement au stockage de matériel.

#### 3.3. Jachères et friches

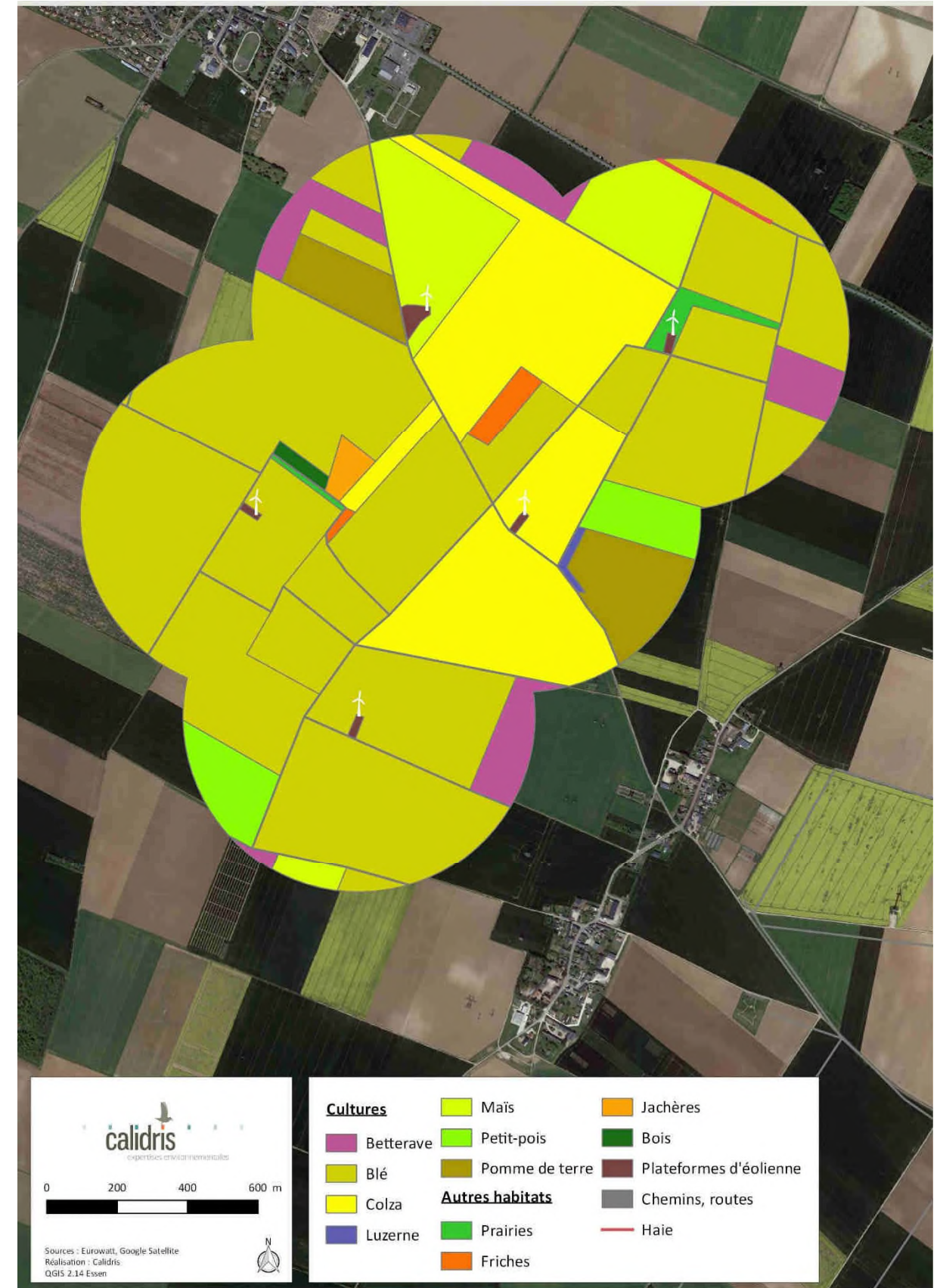
Plusieurs secteurs sont occupés par des végétations de milieux perturbés, composées d'espèces rudérales. Elles correspondent à des parcelles non exploitées en 2017 et à des zones de dépôts de gravats notamment.

#### 3.4. Bois

Le boisement est constitué d'une petite frênaie rudéralisée dans laquelle se trouve du Robinier faux-acacia.

### 3.5. Haies

Il s'agit d'alignements d'arbres jeunes de part et d'autre de la route départementale D927.



Carte 9 : Habitats naturels dans les 500 m autour des éoliennes

### 3.6. Conclusion

Les habitats recensés dans les 500 m autour des éoliennes sont très communs dans la région et ne présentent pas de patrimonialité particulière. Ils sont typiques des systèmes agricoles intensifs (cultures et prairies temporaires).

Aucune espèce végétale protégée n'a été observée lors des prospections se rapportant au suivi des habitats naturels.

Le parc éolien de Bois Clergeon n'a pas fait évoluer le site. L'étude d'impact indiquée déjà une faible diversité d'habitats et une flore peu diversifiée.



## CONCLUSION

Le suivi ornithologique de 2018, réalisé sur le parc et ses abords immédiats, a permis d'évaluer la fréquentation du parc et son éventuel effet perturbateur sur les oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial. L'avifaune nicheuse observée sur le parc éolien et leurs abords est peu diversifiée et rarement patrimoniale – uniquement 4 espèces sur les 21 recensées. Les espèces sont communes, peu menacées et généralement peu exigeantes quant à leurs conditions écologiques. Les séries d'IPA menées à proximité ou à distance des parcs éoliens ne montrent pas de différence notable dans leurs caractéristiques quantitatives et qualitatives.

Les espèces patrimoniales observées nichent aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des parcs éoliens et de façon similaire avant et après la mise en service du parc. Les busards fréquentent le site comme zone de chasse et des Busards Saint-Martin y ont été vus en parade nuptiale.

Le comportement des oiseaux nicheurs (Bruant jaune, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin et Linotte mélodieuse) ne semble pas affecté par la présence des éoliennes au regard des éléments réunis dans le cadre de ce suivi. **Aucun effet repoussoir ne peut être mis en avant.**

De plus, le suivi de mortalité semble montrer un risque faible du parc éolien pour l'avifaune et les chiroptères.

Concernant les habitats naturels, ils sont typiques des grandes plaines cultivées, constitués de cultures et prairies intensives. Ils ne présentent aucune patrimonialité.

De même, aucune espèce végétale protégée ou patrimoniale n'a été recensée. Les potentialités d'accueil d'une telle flore sont très réduites.

**D'après ce résultats aucune mise en place de mesure supplémentaire n'est nécessaire sur le parc éolien de Bois Clergeon.**



## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ Y., 2009. *Protocoles de Suivis Pour l'étude Des Impacts d'un Parc Éolien Sur l'avifaune*. ADEME - MEEDDM - SER/FEE - LPO. 21 p.
- ANONYMOUS, *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*. : 25
- AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE, 2010. *Parc Éolien Du Mas de Leuze ; Saint Martin de Crau (13) - Etude de La Mortalité Des Chiroptères (17 Mars - 27 Novembre 2009)*.
- BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997. *CORINE Biotopes, Types d'habitats Français*. 217 p.
- BLONDEL J., 1979. *Biogéographie Écologie*., Masson, Paris. 173 p.
- BLONDEL J., FERRY C. & FRACHOT B., 1970. La Méthode Des Indices Ponctuels d'abondance (IPA) Ou Des Relevés d'avifaune Par Station d'écoute. *A Lauda*, 34 : 55-71
- CORDIER J., 2010. *Liste Des Espèces Menacées de La Flore de La Région Centre*. CBNBP. 167 p.
- DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015. *Protocole de Suivi Environnemental Des Parcs Éoliens Terrestres*.
- DULAC P., 2008. *Evaluation de l'impact Du Parc Éolien de Bouin (Vendée) Sur l'avifaune et Les Chauves-Souris. Bilan de 5 Années de Suivi*. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes. 106 p.
- EUROPEAN COMMISSION & DG-ENV, 2013. *Interpretation Manual of European Union Habitats, Version EUR 28*. 144 p.
- FERRY C., 1976. Un Test Facile Pour Savoir Si La Richesse Mesurée d'un Peuplement Se Rapproche de Sa Richesse Réelle. *Le Jean le Blanc*, 15 : 21-28
- NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2012. *Liste Rouge Des Habitats de La Région Centre*.
- NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2013. *Liste Rouge Des Oiseaux Nicheurs de La Région Centre*.
- NORDEX, 2002. *Étude d'impact - Parc Éolien Du " Bois Clergeon " Communes de Janville et Poinville*.

SHANNON C.E. & WEAVER W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. 144 p.

TISON J.-M. & DE FOUCAULT B., 2014. *Flora Gallica*. Biotope Éditions, Mèze. 1195 p.

UICN FRANCE, FCBN & MNHN, 2012. *La Liste Rouge Des Espèces Menacées En France - Chapitre Flore Vasculaire de France Métropolitaine : Premiers Résultats Pour 1 000 Espèces, Sous-Espèces et Variétés*., Paris. 34 p.

UICN FRANCE, MNHN, FCBN & SFO, 2010. *La Liste Rouge Des Espèces Menacées En France - Chapitre Orchidées de France Métropolitaine*., Paris. 11 p.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016. *La Liste Rouge Des Espèces Menacées En France - Chapitre Oiseaux de France Métropolitaine*., Paris, France

# ANNEXES

## Annexe 1 : Liste et statuts des espèces d'oiseaux observées sur le site d'étude

Nom commun	Nom scientifique	Protection nationale	Directive « Oiseaux » (Annexe I)	Liste rouge nicheurs France	Liste rouge nicheurs Centre-Val de Loire
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Chassable		NT	NT
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Oui		LC	LC
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava flavissima</i>	Oui		LC	LC
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Oui		EN	VU
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Oui		VU	NT
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Oui		LC	NT
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Oui	Oui	NT	VU
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Oui	Oui	NT	EN
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Oui	Oui	LC	NT
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Oui		LC	LC
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Chassable		LC	LC
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Oui		VU	LC
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Chassable		LC	LC
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Chassable		LC	NA
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oui		NT	LC
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Oui		LC	LC
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	Oui		NT	LC
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Oui		LC	LC
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	Chassable		LC	LC
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	Oui		LC	LC

Nom commun	Nom scientifique	Protection nationale	Directive « Oiseaux » (Annexe I)	Liste rouge nicheurs France	Liste rouge nicheurs Centre-Val de Loire
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Oui		VU	NT
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Chassable		LC	LC
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Oui		LC	LC
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Oui	Oui	LC	LC
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Chassable		LC	NT
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Chassable		LC	LC
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Oui		LC	LC
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Chassable		LC	LC
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Oui		LC	LC
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Oui		LC	LC
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Oui		LC	LC
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>	Oui		NT	LC
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Chassable		LC	LC
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Oui		NT	NA



Parc éolien du Bois Clergeons (28) :  
Suivi post-implantation



## Fiche contrôle qualité

Destinataire du rapport :	EUROWATT
Sites :	Bois Clergeons
Interlocuteur :	Paul Marchand
Adresse :	Eurowatt Développement 8 rue Auber 75009, Paris, France
Email :	p.marchand@eurowatt.com
Téléphone :	Paul Marchand : +33 (0)7 85 78 58 00
Intitulé du rapport :	Projet de renouvellement du parc éolien du Bois Clergeons (28) : Suivi post-implantation
Version du rapport :	V02 - 07/03/2022
Rédacteur :	Camille Ferrant - Chargée de projets Thomas Marchal - Chargé d'études
Vérificateur - Superviseur	Maxime Prouvost - Gérant Anne Roquette - Assistante de direction

## Gestion des révisions

Version du 07 mars 2022
Nombre de pages : 62
Nombre d'annexes : 01
Nombre de tomes : 00



## Sommaire

<b>Partie 1 : Introduction</b> .....	6
1. Objectif de la mission : le renouvellement.....	6
2. Localisation du parc étudié .....	6
<b>Partie 2 : Synthèse des études existantes</b> .....	7
1. Etude d'impact initiale .....	7
2. Suivis réglementaires .....	8
<b>Partie 3 : Ecoutes en continu de l'activité chiroptérologique en hauteur</b> .....	10
1. Protocole des expertises chiroptérologiques.....	10
1.1. Méthodologie de détection.....	10
1.2. Unité de mesure de l'activité chiroptérologique .....	11
1.3. Indices d'activité selon les espèces et la typologie des milieux.....	11
1.4. Limites à l'inventaire par détection ultrasonique.....	13
1.5. Note relative à l'évaluation de la patrimonialité des espèces observées dans l'aire d'étude immédiate .....	13
2. Résultats des écoutes en continu en hauteur .....	14
2.1. Protocole d'écoute en continu en nacelle d'éolienne.....	14
2.2. Inventaire complet des espèces contactées en altitude .....	14
2.3. Etude de l'activité en altitude en période des transits printaniers .....	16
2.3.1. Répartition quantitative des espèces contactées en altitude en période des transits printaniers .....	16
2.3.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en altitude en phase des transits printaniers .....	16
2.4. Etude de l'activité en altitude en période de mise-bas.....	18
2.4.1. Répartition quantitative des espèces contactées en altitude en période de mise-bas.....	18
2.4.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en phase de mise-bas.....	18
2.5. Etude de l'activité en altitude en période des transits automnaux .....	20
2.5.1. Répartition quantitative des espèces contactées en altitude en période des transits automnaux .....	20
2.5.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en altitude en phase des transits automnaux .....	20



2.6. Corrélation de l'activité enregistrée au niveau de l'éolienne avec les conditions de vent et de températures .....	21
2.6.1. Présentation des vents enregistrés de nuit à hauteur de nacelle .....	21
2.6.2. Étude de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent .....	21
2.6.3. Présentation des températures enregistrées de nuit à hauteur de nacelle .....	22
2.6.4. Étude de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures .....	22
2.7. Etude de l'activité chiroptérologique en fonction de la date, de l'heure et du coucher/lever du soleil .....	24
<b>Conclusions de l'étude chiroptérologique</b> .....	24
<b>Partie 4 : Etude de la mortalité</b> .....	25
1. Matériels et méthodes .....	25
1.1. Recherche des cadavres .....	25
1.1.1. Effort de surveillance .....	25
1.1.2. Surfaces et transects de prospection .....	25
1.1.3. Compilation des données .....	26
1.1.4. Algorithmes d'estimation du taux de mortalité .....	26
1.2. Détermination des coefficients de correction .....	27
1.2.1. Tests de persistance des cadavres (t) .....	27
1.2.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z) .....	28
1.2.3. Calcul du coefficient de correction surfacique (A) .....	28
1.3. Limites de l'étude de la mortalité .....	29
2. Résultats des expertises de terrain .....	29
2.1. Bilan des cadavres observés .....	29
2.2. Estimation de la mortalité .....	32
3. Analyse des résultats et discussion .....	34
3.1. Analyse des résultats des tests .....	34
3.1.1. Test observateur .....	34
3.1.2. Test de persistance .....	34
3.1.3. Pourcentage de prospection et taux de correction de surface .....	34
3.2. Analyse des cadavres .....	34
3.2.1. Age et sexe .....	34
3.2.2. Causes présumées de la mort .....	35
3.2.3. Distance au mât .....	35

3.2.4. Patrimonialité des espèces .....	35
3.3. Analyse des calculs de mortalité .....	36
3.3.1. Note sur les méthodes utilisées .....	36
3.3.2. Analyse temporelle des résultats .....	36
3.3.3. Analyse spatiale des résultats .....	37
3.3.4. Analyse globale de la mortalité .....	38
<b>Partie 5 : Conclusions sur les impacts résiduels liés au fonctionnement du parc éolien et adaptation de mesures correctives</b> .....	39
1. Comparaison avec l'étude d'impacts initiale .....	39
2. Réflexion sur les mesures correctives .....	40
<b>Annexes</b> .....	41
<b>Références bibliographiques</b> .....	62

## Liste des figures

Figure 1 : Synthèse des mesures proposées.....	8
Figure 2 : Calendrier des écoutes ultrasoniques en continu.....	10
Figure 3 : Evaluation de l'intensité d'activité suivant l'intensité d'émission de l'espèce .....	11
Figure 4 : Liste des espèces de chiroptères, classées par ordre d'intensité d'émission croissante	12
Figure 5 : Définition des niveaux de patrimonialité chiroptérologiques .....	13
Figure 6 : Calendrier des durées d'échantillonnage selon les phases étudiées .....	14
Figure 7 : Inventaire complet des espèces enregistrées par le SM4Bat.....	14
Figure 8 : Détails des coefficients de détectabilité et des distances de détection des chiroptères en milieu ouvert (Barataud M. 2015).....	15
Figure 9 : Tableau de synthèse des cas de mortalité de chiroptères en Europe .....	15
Figure 10 : Proportions des contacts localisés à plus de 25 mètres de hauteur par espèce (Haquart et al. 2014).....	15
Figure 11 : Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée).....	16
Figure 12 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période des transits printaniers 2020 (en nombre de contacts) .....	16
Figure 13 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes en période des transits printaniers 2020 (en nombre de contacts).....	17
Figure 14 : Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée).....	18
Figure 15 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts).....	18
Figure 16 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts).....	18
Figure 17 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts).....	19
Figure 18 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts).....	19
Figure 19 : Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée).....	20
Figure 20 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période des transits automnaux 2020 (en nombre de contacts) .....	20
Figure 21 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de automnaux 2020 (en nombre de contacts).....	20
Figure 22 : Représentation graphique du nombre d'occurrences des classes de vitesses de vent mesurées de nuit d'avril à novembre 2020 .....	21
Figure 23 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent sur l'année .....	21
Figure 24 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent .....	21
Figure 25 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent sur l'année sans le pic du 8 avril 2020 .....	22
Figure 26 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent .....	22
Figure 27 : Représentation graphique du nombre d'occurrences des classes de températures mesurées de nuit d'avril à novembre 2020 .....	22
Figure 28 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures sur l'année .....	22
Figure 29 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures .....	23
Figure 30 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures sur l'année sans le pic du 8 avril 2020 .....	23
Figure 31 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures .....	23
Figure 32 : Représentation graphique de l'activité des chiroptères enregistrée en fonction du cycle circadien. (avec l'heure en ordonnée et la date en abscisse).....	24
Figure 33 : Calendrier des passages de prospection .....	25
Figure 34 : Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne	25
Figure 35 : Tableau de calcul des durées de persistance par éolienne .....	27
Figure 36 : Tableau de calcul du taux de découverte des cadavres par éolienne et par saison	28
Figure 37 : Surfaces prospectées autour des éoliennes .....	28
Figure 38 : Résultats des recherches de cadavres .....	29
Figure 39 : Illustrations de la Noctule de Leisler trouvée le 08/09 sous E03.....	29
Figure 40 : Illustration du fragment (aile) de Pigeon ramier retrouvé le 15/05/2020 sous E0229	
Figure 41 : Liste des oiseaux trouvés lors des prospections .....	30
Figure 42 : Sensibilité à l'éolien des espèces d'oiseaux trouvées sur le site .....	30
Figure 43 : Principales espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes d'après la LPO, 2019*	30
Figure 44 : Liste des chiroptères trouvés lors des prospections.....	30

Figure 45 : Sensibilité à l'éolien des espèces de chiroptères trouvées sur le site .....	31
Figure 46 : Mortalité des chiroptères en Allemagne et en Europe hors Allemagne (T. Dürr 2010) 31	
Figure 47 : Localisation des cadavres par rapport au mât .....	31
Figure 48 : Résultats des estimations de mortalité oiseaux (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée) .....	32
Figure 49 : Résultats globaux de mortalité relatifs aux oiseaux .....	33
Figure 50 : Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée) .....	33
Figure 51 : Résultats globaux de mortalité relatifs aux chiroptères .....	33
Figure 52 : Tableau de synthèse des cadavres observés .....	34
Figure 53 : Mortalité temporelle globale estimée pour le parc entier .....	36
Figure 54 : Distribution temporelle de découverte des cadavres (source : G. Marx 2017) ....	37
Figure 55 : Mortalité spatiale globale estimée pour le parc entier par taxon.....	37
Figure 56 : Estimation de mortalité pour le parc entier pour l'ensemble de la période étudiée	38
Figure 57 : Estimation de mortalité moyenne par éolienne pour l'ensemble de la période étudiée	38
Figure 58 : Tableaux de synthèse des effets résiduels du parc éolien du Bois Clergeons ....	39

## Liste des cartes

Carte 1 : Localisation du parc éolien suivi.....	6
Carte 2 : Communes d'implantation des éoliennes suivies .....	7
Carte 3 : Localisation des parcs éoliens concernés par le suivi de mortalité 2017 (Calidris) ..	8
Carte 4 : Cartographie des aires de contrôle autour des éoliennes.....	26
Carte 5 : Localisation des cadavres découverts.....	32
Annexe 1 : Suivi post-implantation des parcs éoliens de Beauce (28) – Bois Clergeons .....	41

## Partie 1 : Introduction

### 1. Objectif de la mission : le renouvellement

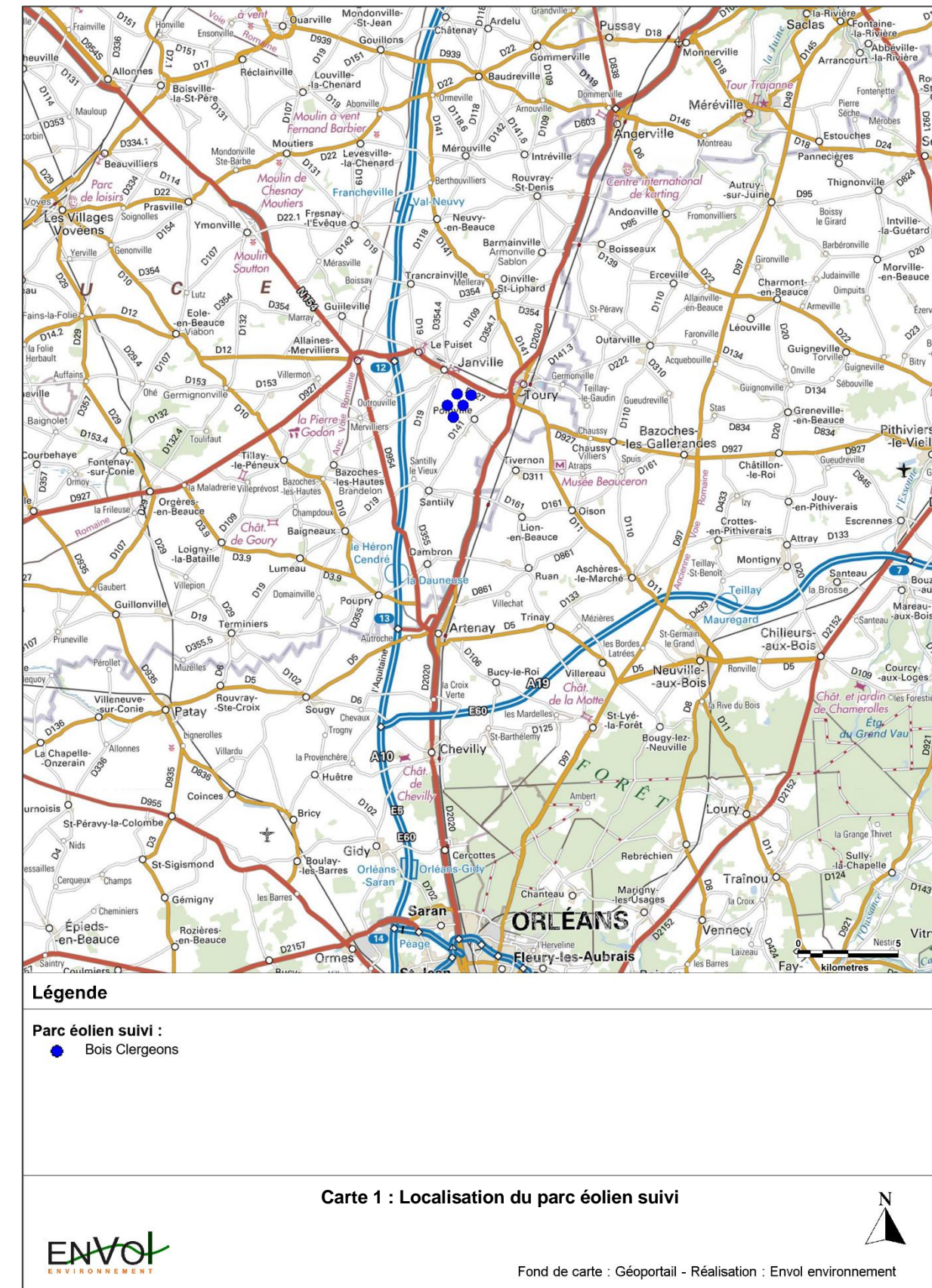
La société EUROWATT a sollicité le bureau d'études Envol Environnement pour effectuer un suivi environnemental du parc éolien du Bois Clergeons (28) dans le but de renouveler les éoliennes en fonctionnement. Le présent document vise à rendre compte des résultats de la nouvelle campagne d'investigation de terrain, conduite durant l'année 2020. En parallèle les mêmes missions ont été opérées pour le parc éolien de la Voie Blériot, voisin du parc du Bois Clergeons.

Les deux parcs éoliens de Bois Clergeons et de la Voie Blériot étant situés à proximité l'un de l'autre, les prospections de terrain ont été mutualisées, tout comme le pré-diagnostic écologique relatif à la zone d'étude. Les conclusions de l'expertise ne concernent en revanche que le parc éolien dont il est question dans l'intitulé, à savoir ici le parc éolien du Bois Clergeons.

Les deux parcs éoliens se situent dans le département de l'Eure-et-Loir (28), en région Centre-Val de Loire.

Le projet de renouvellement du parc du Bois Clergeons concerne cinq aérogénérateurs se caractérisant par une hauteur de mât comprise entre 76 et 80 mètres, une hauteur totale hors tout comprise entre 134,7 et 138,5 mètres, un diamètre de rotor de 117 mètres pour une puissance de 3 à 3,675 MW (puissance totale installée de 15 à 18,375 MW).

## 2. Localisation du parc étudié



Le parc éolien du Bois Clergeons se situe sur les communes Poinville et Janville (28).

## Partie 2 : Synthèse des études existantes

### 1. Etude d'impact initiale

L'étude d'impact initiale concernant la faune et la flore du parc éolien a été réalisée en 2002 par la société Nordex avec l'aide de la société EURO2C et des Naturalistes Orléanais (en collaboration avec Eure-et-Loir Nature).

Il n'a pas été possible de retrouver la trace de la méthodologie employée afin de réaliser les prospections naturalistes en raison de l'âge de cette étude. Au total, 49 espèces ont été observées, ce qui représente une diversité modérée cohérente avec les éléments paysagers et le contexte local. La majorité des individus rencontrés était classique des zones céréalières.

Globalement, l'association Naturalistes Orléanais a conclu sur une absence d'enjeu ou d'impact sur la flore. Pour la faune, quelques éléments d'intérêt supérieur ont été mis en évidence tels que la présence d'espèces patrimoniales (en plus de celles précédemment citées, comme par exemple l'Alouette des champs, le Cochevis huppé, la Caillie des blés...) inféodées aux espaces cultivés et donc susceptibles d'être dérangés par l'installation d'éoliennes au sein de leurs territoires de vie.

Un autre point était que la zone d'étude se situait au sein d'un couloir de migration tertiaire nord-est/sud-ouest pouvant entraîner des collisions.

Suite à l'identification de ces enjeux, des mesures ont été proposées afin de créer des parcs éoliens respectueux du contexte écologique local.

Aucune étude spécifique aux chiroptères n'a été réalisée en 2002. Seule la Pipistrelle commune était estimée potentiellement présente.

Concernant la chiroptérofaune, et étant donné que toutes les espèces de chiroptères étaient déjà considérées vulnérables en 2002, des mesures en faveur de ce taxon avaient tout de même été proposées. Celles-ci concernaient notamment l'éloignement des appareils des zones boisées, l'interdiction d'implantation de milieux buissonnants dans un rayon de 200 mètres autour des mâts des éoliennes ou encore la mise en place d'un suivi de mortalité pour contrôler l'hypothèse d'une faible activité chiroptérologique. Ces mesures ont été synthétisées dans la Figure 1.

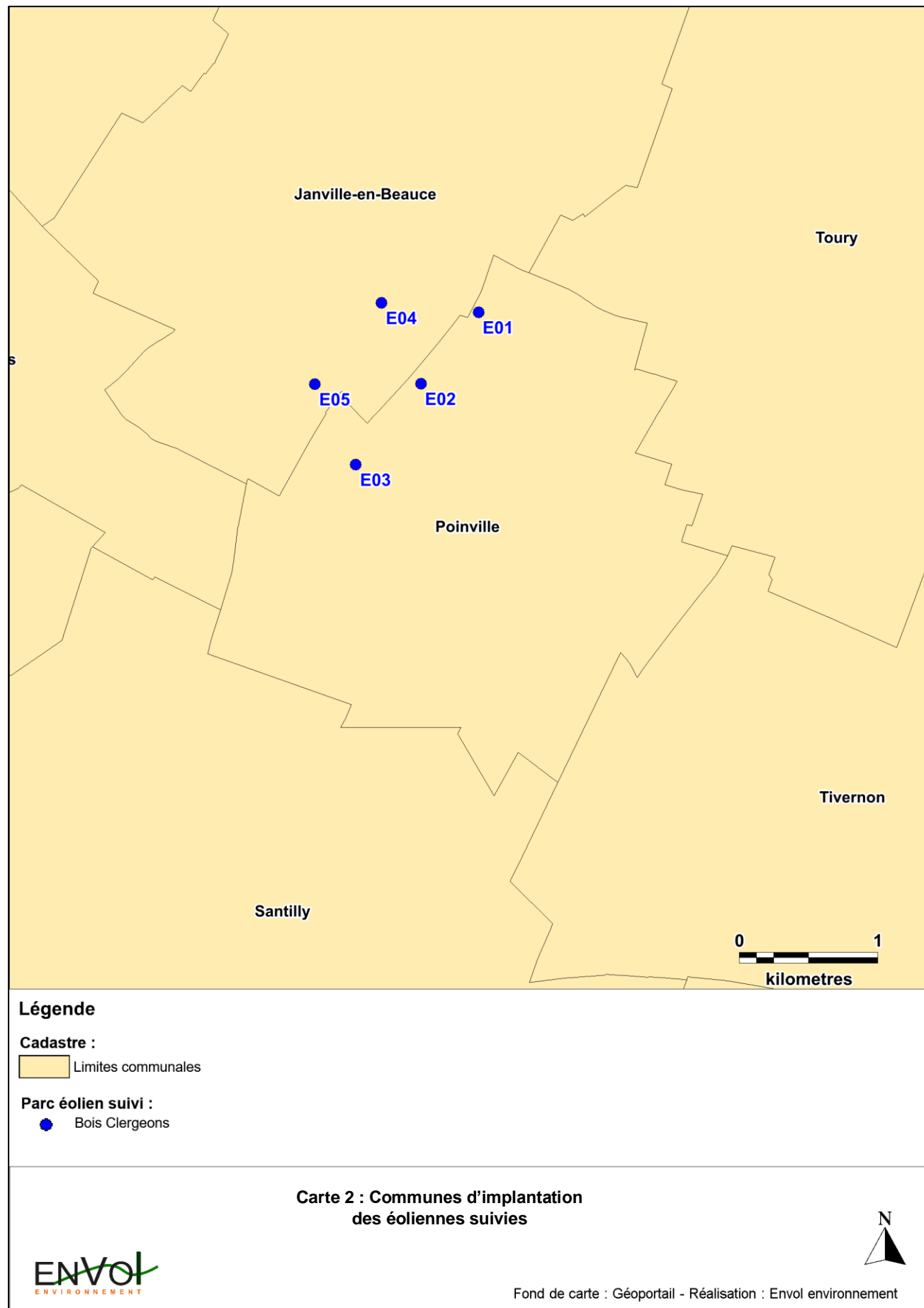


Figure 1. : Synthèse des mesures proposées

Thématiques		Mesures mises en place
Réduction	Avifaune	Espacement de 600 mètres des éoliennes, lignes parallèles à l'axe migratoire afin de limiter les probabilités de collision.
	Faune	Eloignement des zones boisées pour ne pas déranger la faune s'y réfugiant.
		Réalisation des travaux en dehors de la phase de reproduction (mars-juillet).
Accompagnement	Faune	Limitation de l'attractivité des environs immédiats des éoliennes (interdiction d'implantation de milieux buissonnants, même bas, dans un rayon de 200 m).
		Reconstitution aux abords des éoliennes de pelouses typiques de la Beauce pour permettre la re-diversification florale.
	Flore	Fauche une fois par an des pelouses typiques de Beauce plantées en fin d'été.
	Faune et flore	Mise en place d'un suivi de mortalité et de comportement de l'avifaune aux abords des éoliennes.
Parrainage et soutien à diverses associations (protection des busards en Beauce, conseils aux agriculteurs, Conservatoire du Patrimoine Naturel de la région Centre, trame verte et bleue...).		
Enterrement de certaines lignes électriques moyenne tension pour diminuer le risque d'électrocution.		

## 2. Suivis réglementaires

Comme préconisé au sein de l'étude d'impact initial, un suivi de mortalité a été mis en place sur le parc du Bois Clergeons.

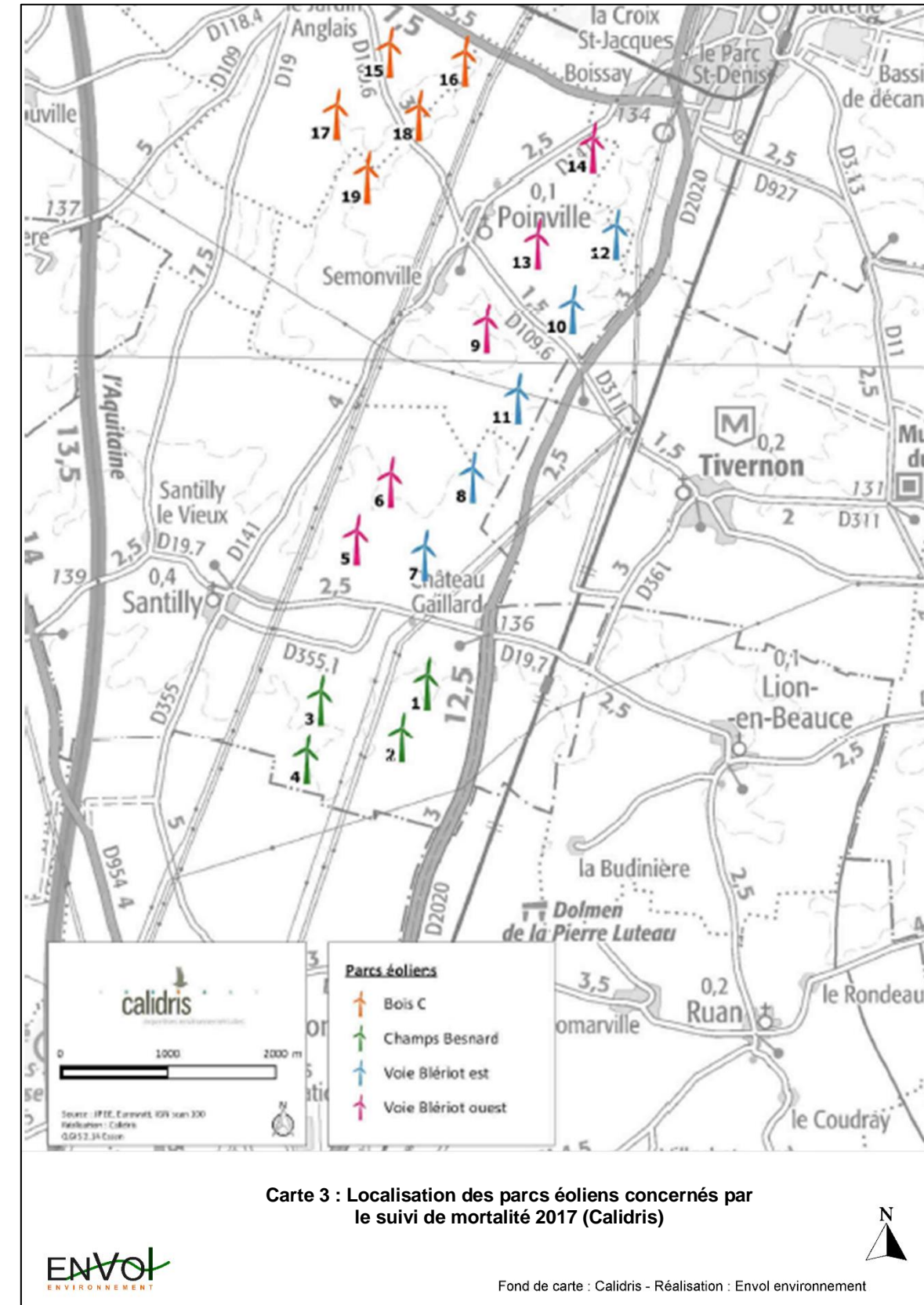
Ce suivi, réalisé en 2017 par la société Calidris selon les modalités du protocole de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) de novembre 2015, a été mutualisé pour les cinq parcs de la zone (cf. carte suivante). Chaque parc a fait l'objet d'un rapport, celui du Bois Clergeons est présenté en annexe 1.

Les avis de la DIREN Centre émis en 2003 à la suite de la soumission de l'étude d'impact du Bois Clergeons, ont recommandé la mise en place d'une étude avifaunistique et en particulier du Hibou des marais et des populations inscrites à l'annexe I de la Directive Habitat Faune Flore, un pan de l'étude s'est également consacré à l'analyse des comportements de l'avifaune vis-à-vis des éoliennes.

### ➤ Mortalité

Pour l'étude de mortalité, 4 passages ont été réalisés entre le 4 et le 29 septembre 2017 (période réputée la plus dangereuse vis-à-vis des collisions) afin de repérer les éventuels cadavres. Des carrés de 100 mètres de côté ont été prospectés à vitesse lente en réalisant des transects éloignés les uns des autres de 10 mètres environ.

Deux cadavres ont été trouvés sous les éoliennes du parc éolien du Bois-Clergeons : une Hirondelle rustique le 21/09/17 encore fraîche, et un cadavre non identifiable le 05/09/17.



L'étude a conclu d'un intérêt très faible du secteur pour la faune, en déduisant un impact résiduel non significatif du fonctionnement des parcs sur l'avifaune et les chiroptères.

#### ➤ Comportement de l'avifaune

Pour cette partie, 6 passages ont été réalisés entre le 10 avril 2017 et le 17 mai 2017. Des points d'observation selon la méthode des IPA ont été positionnés à proximité mais également à distance des éoliennes afin d'en comparer l'activité observée. Au total, 60 points d'écoute de 20 minutes ont été réalisés au sein des milieux représentatifs, et les indices de reproduction (notamment ceux des espèces patrimoniales) ont été recherchés.

Les éléments les plus marquants qui ressortent de l'étude des comportements ont été :

- l'observation de parades du **Busard Saint-Martin**, menant à la découverte d'un nid à 1 300 mètres à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs-Besnard, situé au sud. Cette présence régulière du rapace a également permis la définition de nombreuses zones de chasse, y compris à proximité immédiate des appareils suivis ;
- la découverte d'un nid de **Busard des roseaux** à proximité de celui de Saint-Martin, avec cependant une pression de chasse moins appuyée que ce dernier ;
- l'observation du **Busard cendré** en chasse au Sud, sans indice de reproduction au sein du périmètre d'étude ;
- l'observation de plusieurs espèces d'intérêt patrimonial élevé, comme le Bruant des roseaux, le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, la Linotte mélodieuse ou encore l'Œdicnème criard. Des mâles chanteurs ont été entendus à divers emplacements de l'aire d'étude, et étaient donc potentiellement nicheurs.

L'étude a également réalisé une comparaison d'évolution des populations patrimoniales détectées en 2002 lors de l'étude d'impact initiale avec celles vues en 2017/2018. Certaines espèces n'ont pas été revues, mais leurs états de conservation déjà très défavorables à l'époque (Alouette calandrelle, Tarier des prés...) expliquent probablement leur rareté 15 ans plus tard. Les espèces qui occupent plutôt le secteur en hiver (Hibou des marais, Pluvier doré, Vanneau huppé...) ne peuvent pas être observées en période de reproduction et leur absence en été 2018 ne signifie donc pas leur absence totale annuelle. Les busards sont en revanche encore bien présents, tout comme l'Œdicnème criard.

#### ➤ Conclusions du suivi

La diversité spécifique avait alors été définie comme faible avec seulement 34 espèces nicheuses recensées. Parmi celles-ci, seules sept étaient patrimoniales. Cette faible diversité avait alors été expliquée par la forte homogénéité du milieu, composé de grandes cultures ouvertes avec quasiment aucun élément diversifiant (fourrés, boisements...).

Les abords des éoliennes avaient été cependant bien fréquentés, avec une moyenne de 5,25 espèces observées à proximité des mâts.

Les effets sur le Busard Saint-Martin, seule espèce de l'annexe I à s'approcher régulièrement des éoliennes, avaient été définis comme faibles. Le fonctionnement des parcs éoliens ne semblait pas avoir d'effet repoussoir sur le rapace.

Enfin, aucune mention liée aux chauves-souris n'a été faite lors du suivi réalisé par Calidris. Les impacts négatifs étaient alors faibles et ne nécessitaient pas la mise en place de mesures complémentaires.



Femelle Busard Saint-Martin – T. Marchal

## Partie 3 : Ecoutes en continue de l'activité chiroptérologique en hauteur

### 1. Protocole des expertises chiroptérologiques

Des détections ultrasoniques automatiques en altitude ont été réalisées grâce à l'installation d'un appareil SM4BAT au niveau de la nacelle de l'éolienne E02 en fonctionnement au sein du parc éolien du Bois Clergeons. Les écoutes ont eu lieu sur un cycle biologique complet c'est-à-dire en période de transits printaniers, en période mise bas et enfin en période de transits automnaux.

Figure 2 : Calendrier des écoutes ultrasoniques en continu

Dates	Thèmes des détections
Du 26 mars au 31 mai 2020	Transits printaniers
Du 1 <sup>er</sup> juin au 15 août 2020	Mise bas
Du 16 août au 6 novembre 2020	Transits automnaux

#### 1.1. Méthodologie de détection

##### • Protocole de détection en continu en altitude via le dispositif SM4Bat

Une étude des conditions de présence permanente des chauves-souris au niveau de la nacelle de l'éolienne E02 a été réalisée par la mise en place d'un protocole de détection automatique du 26 mars au 06 novembre 2020.

- Objectif : Ce protocole a poursuivi un double objectif :

- 1- Approfondir l'exhaustivité des relevés quantitatifs et qualitatifs par détection manuelle et appuyer nos conclusions sur les enjeux chiroptérologiques associés aux milieux ouverts du site.
- 2- Évaluer l'activité en altitude au niveau d'une des éoliennes pour avoir une idée du risque de mortalité qui s'applique au parc.

Le détecteur SM4Bat est un enregistreur ultrasonique à division de fréquence. L'appareil installé a été paramétré de façon à ce qu'il s'actionne automatiquement dès le coucher du soleil jusqu'à l'aube. Au cours de chaque période nocturne, tous les contacts ultrasoniques réceptionnés sont enregistrés sur des cartes SD régulièrement collectées et remplacées.

- Méthode d'analyse des enregistrements pour les écoutes en continu

Le logiciel *Sonochiro*, créé par le bureau d'études Biotope permet l'identification automatique des détections acoustiques enregistrées par l'appareil. Utilisant la méthode des algorithmes, le logiciel est capable d'analyser les paramètres des signaux émis par les chauves-souris. Différents paramètres sont analysés (durée du signal, puissance maximale du signal, fréquence terminale du signal, amplitude du signal, durée entre deux signaux successifs...) puis comparés à la base de données. Cette base de données permet ainsi la discrimination de la plupart des espèces ou groupes d'espèces.

Le programme Sonochiro inclut :

- Un algorithme de détection et de délimitation des signaux détectés.
- Une mesure automatique, sur chaque cri, de 41 paramètres discriminants (répartition temps/fréquence/amplitude, caractérisation du rythme, ratios signal/bruit...).
- Une classification des cris basée sur les mesures d'un large panel de sons de référence. La classification s'appuie sur la méthode des forêts d'arbres décisionnels (« random forest ») qui semble la plus performante pour la classification des signaux d'écholocation de chauves-souris (*Armitage & Ober, 2010*). Contrairement aux autres méthodes de classification (réseaux de neurones, analyses discriminantes...), elle tolère bien la multiplicité des types de cris par espèce. De plus, elle permet d'obtenir, pour chaque cri, une probabilité d'appartenance à chaque espèce potentielle.
- Une identification à la séquence de cris, incluant l'espèce la plus probable et un indice de confiance de cette identification. Dans le cas où certaines espèces présentes sont peu différenciables entre elles, les séquences sont alors identifiées au groupe d'espèce également assorti d'un indice de confiance.
- Un algorithme détectant la présence simultanée de deux groupes de cris attribuables à deux espèces aisément différenciables, permettant dans ce cas de proposer une identification supplémentaire de l'espèce dont le signal passe en arrière-plan sur la fenêtre de visualisation des signaux enregistrés via le logiciel Batsound.

- Traitement et analyse des résultats issus de Sonochiro

Basé sur le calcul d'algorithmes, le logiciel *Sonochiro* compare les signaux enregistrés aux signaux issus d'une base de données largement documentée (détenue par le bureau d'études Biotope). La classification des signaux dans telle ou telle catégorie d'espèces est réalisée par une multitude de comparaisons des signaux. La fiabilité du résultat est également précisée, ce qui rend l'analyse relativement précise. Le risque d'erreurs est considéré comme fort pour une valeur comprise entre 0 et 2. Le risque d'erreurs est modéré pour une valeur comprise entre 3 et 5. Une valeur comprise entre 6 et 8 correspond à un risque d'erreurs faible tandis qu'un indice supérieur à 8 indique un risque d'erreurs très faible.

Dans ces conditions, la qualité de l'enregistrement et l'indice de confiance annoncé ont orienté notre étude de la façon suivante :

\* Pour le groupe des Murins :

- Peu importe l'indice espèce, la moitié des pistes est vérifiée manuellement tandis que nous appliquons ce que nous avons vérifié sur l'autre moitié des pistes

\* Pour le groupe des Pipistrelles :

- Indice espèce compris entre 5 et 10 : le nom de l'espèce défini par le logiciel est validé après vérification de quelques pistes

- Indice espèce compris entre 0 et 4 : Un plus grand nombre de pistes est vérifié pour corroborer ce qu'a défini le logiciel



\* Pour le groupe des Noctules et des Sérotines :

- Indice espèce compris entre 5 et 10 : le nom de l'espèce défini par le logiciel est validé après vérification de quelques pistes

- Indice espèce compris entre 0 et 4 : Un plus grand nombre de pistes est vérifié pour corroborer ce qu'a défini le logiciel

\* Pour le groupe des Rhinolophes, toutes les pistes ont été vérifiées

\* Pour la Barbastelle d'Europe et les Oreillards :

- Indice espèce compris entre 5 et 10 : le nom de l'espèce défini par le logiciel est validé après vérification de quelques pistes

- Indice espèce compris entre 0 et 4 : Un plus grand nombre de pistes est vérifié pour corroborer ce qu'a défini le logiciel.

### 1.2. Unité de mesure de l'activité chiroptérologique

L'utilisation du nombre de contacts de chauves-souris permet une évaluation plus rigoureuse de leur activité. En effet, le nombre d'individus est plus difficilement interprétable en raison du nombre de contacts qu'un seul individu peut émettre.

**Le contact acoustique est l'élément de base. C'est l'unité quantitative de l'activité qui permettra la comparaison entre les études menées par des auteurs différents.** Un contact correspond à une séquence acoustique bien différenciée, captée en hétérodyne ou en division de fréquence. Un train de signaux (même très court, de quelques signaux) constitue donc un contact. Si un deuxième le suit immédiatement avec un court silence entre les deux (supérieur à la durée des intervalles entre signaux d'une même séquence), il correspondra à un deuxième contact. Un même individu chassant en aller et retour peut ainsi être noté plusieurs fois, car les résultats quantitatifs expriment bien une mesure de l'activité et non une abondance.

Certaines circonstances posent un problème de quantification des contacts. Lorsqu'une ou plusieurs chauves-souris restent chasser dans un secteur restreint, elles peuvent fournir une séquence sonore continue (parfois sur plusieurs minutes) que l'on ne doit pas résumer à un contact unique par individu, ce qui exprimerait mal le niveau élevé de son activité. On compte dans ce cas un contact toutes les tranches de cinq secondes (pas nécessairement pleines) pour chaque individu présent, cette durée correspondant environ à la durée moyenne d'un contact isolé. Ainsi, une séquence sans interruption durant 5 secondes sera notée comme un contact, une séquence durant 15 secondes sera comptée comme trois contacts...

### 1.3. Indices d'activité selon les espèces et la typologie des milieux

Afin d'estimer au mieux l'activité chiroptérologique de chaque espèce, tous les contacts sont convertis en nombre de contacts par heure (contacts/h). Dans ce cadre, est établi un tableau d'évaluation des intensités d'activité des chiroptères à partir du nombre de contacts par heure enregistrés pour chaque espèce d'un secteur donné et des intensités d'émission de chacune d'elles (faible, moyenne, forte). Ce tableau d'évaluation est dressé ci-dessous.

Figure 3 : Evaluation de l'intensité d'activité suivant l'intensité d'émission de l'espèce

Intensité d'émission de l'espèce	Intensité d'activité (nombre de contacts/h)											
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120
Faible <sup>1</sup>	Faible activité			Activité modérée			Forte activité					
Moyenne <sup>2</sup>	Faible activité			Activité modérée			Forte activité					
Forte <sup>3</sup>	Faible activité			Activité modérée			Forte activité					

Source : Prise en compte des chiroptères dans les études d'impact des projets éoliens – Exigences minimales en Bourgogne, Version d'Avril 2014 - DREAL Bourgogne

<sup>1</sup> audible à moins de 10 mètres : toutes les petites espèces du genre Myotis, toutes les espèces du genre Rhinolophus, Plecotus (oreillards) et Barbastellus.

<sup>2</sup> audible jusqu'à 30 mètres : Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Grand Murin.

<sup>3</sup> audible jusqu'à 100 mètres : Espèces du genre sérotine et noctule.

Ce tableau permet une comparaison des niveaux d'activité d'espèces différentes associées à un secteur donné en tenant compte de leur intensité d'émission.

Aussi, à chaque espèce de chiroptère correspond une distance de détection. Un coefficient de détectabilité peut en conséquence être attribué à chaque espèce. Par ailleurs, les valeurs diffèrent chez quelques espèces selon qu'elles évoluent en milieu ouvert ou en sous-bois.

L'application d'un coefficient de détectabilité permet d'établir les niveaux d'activité réels pour chaque espèce d'un territoire donné, en tenant compte des biais possibles liés à la variabilité des intensités d'émission des chauves-souris. Par exemple, un total de 50 contacts/heure de la Pipistrelle commune le long d'une lisière n'est pas équivalent à l'enregistrement de 50 contacts/heure du Grand Murin. L'intensité d'émission du Grand Murin étant plus faible que la Pipistrelle commune dans ces milieux, nous lui appliquons un coefficient de détectabilité (ici de 1,25 selon le tableau dressé page suivante). Dans ce cadre, l'activité corrigée du Grand Murin sera de 62,5 contacts/heure contre 50 pour la Pipistrelle commune et l'on conclura sur une fréquentation supérieure de la lisière échantillonnée par le Grand Murin.

Le tableau dressé page suivante définit les coefficients de détectabilité des espèces européennes pour les milieux ouverts, les milieux semi-ouverts et les milieux fermés.

Figure 4 : Liste des espèces de chiroptères, classées par ordre d'intensité d'émission croissante

Milieu ouvert				Milieu semi-ouvert				Milieu fermé			
Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient de détectabilité
Faible	Petit Rhinolophe	5	5	Faible	Petit Rhinolophe	5	5	Faible	Petit Rhinolophe	5	5
	Grand Rhinolophe	10	2,5		Grand Rhinolophe	10	2,5		Oreillard sp.	5	5
	Murin à oreilles échancrées	10	2,5		Murin à oreilles échancrées	10	2,5		Murin à oreilles échancrées	8	3,13
	Murin d'Alcathoé	10	2,5		Murin d'Alcathoé	10	2,5		Murin de Natterer	8	3,13
	Murin à moustaches	10	2,5		Murin à moustaches	10	2,5		Grand Rhinolophe	10	2,5
	Murin de Brandt	10	2,5		Murin de Brandt	10	2,5		Murin d'Alcathoé	10	2,5
	Murin de Daubenton	15	1,67		Murin de Daubenton	15	1,67		Murin à moustaches	10	2,5
	Murin de Natterer	15	1,67		Murin de Natterer	15	1,67		Murin de Brandt	10	2,5
	Murin de Bechstein	15	1,67		Murin de Bechstein	15	1,67		Murin de Daubenton	10	2,5
	Barbastelle d'Europe	15	1,67		Barbastelle d'Europe	15	1,67		Murin de Bechstein	10	2,5
Moyenne	Petit Murin	20	1,25	Moyenne	Petit Murin	20	1,25	Moyenne	Barbastelle d'Europe	15	1,67
	Grand Murin	20	1,25		Grand Murin	20	1,25		Petit Murin	15	1,67
	Pipistrelle pygmée	25	1		Oreillard sp.	20	1,25		Grand Murin	15	1,67
	Pipistrelle commune	30	1		Pipistrelle pygmée	25	1,2		Pipistrelle pygmée	25	1
	Pipistrelle de Kuhl	30	1		Pipistrelle commune	25	1		Minioptère de Schreibers	25	1
	Pipistrelle de Nathusius	30	1		Pipistrelle de Kuhl	25	1		Pipistrelle commune	25	1
	Minioptère de Schreibers	30	0,83		Pipistrelle de Nathusius	25	1		Pipistrelle de Kuhl	25	1
Forte	Vespère de Savi	40	0,63	Forte	Minioptère de Schreibers	30	0,83	Forte	Pipistrelle de Nathusius	25	1
	Sérotine commune	40	0,63		Vespère de Savi	40	0,63		Vespère de Savi	30	0,83
	Oreillard sp.	40	0,63		Sérotine commune	40	0,63		Sérotine commune	30	0,83
Très forte	Sérotine de Nilsson	50	0,5	Très forte	Sérotine de Nilsson	50	0,5	Très forte	Sérotine de Nilsson	50	0,5
	Sérotine bicolore	50	0,5		Sérotine bicolore	50	0,5		Sérotine bicolore	50	0,5
	Noctule de Leisler	80	0,31		Noctule de Leisler	80	0,31		Noctule de Leisler	80	0,31
	Noctule commune	100	0,25		Noctule commune	100	0,25		Noctule commune	100	0,25
	Molosse de Cestoni	150	0,17		Molosse de Cestoni	150	0,17		Molosse de Cestoni	150	0,17
	Grande Noctule	150	0,17		Grande Noctule	150	0,17		Grande Noctule	150	0,17

Source : BARATAUD M., 2015, Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse

#### 1.4. Limites à l'inventaire par détection ultrasonique

Dans l'état actuel d'avancement de l'étude chiroptérologique, trois limites ont été identifiées :

- **Limites de la méthodologie liée aux protocoles d'écoutes automatiques (appareil SM4Bat) :**

Dans le cadre de l'étude chiroptérologique avec les protocoles de détection automatique, deux limites ont été mises en évidence :

- 1- La capacité de détection de l'appareil : le détecteur (SM4Bat) est en mesure de capter les émissions ultrasoniques dans un rayon approximatif de 10 à 150 mètres selon les espèces présentes. Dans ce cadre, l'aire d'échantillonnage apparaît relativement restreinte à l'échelle de l'aire d'étude immédiate. La situation fixe de l'appareil à des endroits précis de la zone d'étude n'a donc pas permis la détection des passages des chauves-souris en dehors de l'aire de réception des appareils.
- 2- La présence de parasites : la présence de bruits matériels ou d'animaux autres que les chauves-souris peuvent être source de parasites. Dans ce cas, les analyses peuvent être moins précises voire impossibles.

**Malgré ces limites, les protocoles par détections ultrasoniques demeurent fiables et pertinents. Ils donnent lieu à une étude approfondie et complète des populations chiroptérologiques présentes dans le secteur et permettent ainsi d'évaluer de façon rigoureuse l'intérêt chiroptérologique du site considéré en altitude.**

#### 1.5. Note relative à l'évaluation de la patrimonialité des espèces observées dans l'aire d'étude immédiate

Nous jugeons qu'une espèce présente un intérêt patrimonial dès lors qu'elle répond à l'un et/ou l'autre des critères présentés ci-dessous :

- 1- L'espèce est inscrite à l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore. Il s'agit alors d'une espèce d'intérêt communautaire pour laquelle des Zones Spéciale de Conservation (ZSC) sont mises en place en Europe (via le réseau européen Natura 2000).
- 2- L'espèce souffre en France, Europe et/ou en région d'un état de conservation défavorable. Ces statuts sont définis par l'UICN et par la liste rouge régionale.

La patrimonialité des espèces recensées peut être hiérarchisée selon les modalités définies via le tableau présenté ci-après.

Figure 5 : Définition des niveaux de patrimonialité chiroptérologiques

Niveau de patrimonialité	Facteurs
Très fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inscrit sur au moins une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>en danger critique</b>.</li> <li>• Inscrit sur au moins une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>en danger</b> et une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>vulnérable</b>.</li> </ul>
Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inscrit sur au moins une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>en danger</b>.</li> <li>• Inscrit sur au moins une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>vulnérable</b> et inscrite à l'<b>annexe II de la Directive Habitats</b>.</li> </ul>
Modéré	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inscrit sur au moins une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>vulnérable</b>.</li> <li>• Inscrite à l'<b>annexe II de la Directive Habitats</b>.</li> </ul>
Faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inscrit sur au moins une des <b>listes rouges*</b> en tant qu'espèce <b>quasi-menacée</b>.</li> </ul>
Très faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Préoccupation mineure</b> pour l'espèce étudiée dans les listes rouges*.</li> </ul>

\*(Liste rouge régionale, nationale et européenne)

## 2. Résultats des écoutes en continu en hauteur

### 2.1. Protocole d'écoute en continu en nacelle d'éolienne

Des écoutes en continu à hauteur de la nacelle de l'éolienne ont été réalisées entre le mois de mars et de novembre 2020.

L'objectif de cette expertise a été de qualifier et de quantifier l'activité chiroptérologique autour du rotor d'une des éoliennes du parc suivi. Les résultats, analysés par saison, permettent de quantifier plus précisément les risques de mortalité au niveau de cette éolienne.

Le 26 mars 2020, un détecteur SM4Bat a été positionné au niveau de la nacelle de l'éolienne E05 du parc éolien du Bois Clergeons

La durée d'écoute totale a été de 225 nuits, équivalent à 2 457,23 heures d'enregistrement.

Figure 6 : Calendrier des durées d'échantillonnage selon les phases étudiées

Période	Saison	Nombre de nuits d'écoute	Temps d'écoute total (en heures)
Du 26 mars au 31 mai 2020	Transits printaniers	67	739,23
Du 1 <sup>er</sup> juin au 14 août 2020	Période de mise-bas	75	696,53
Du 15 août au 06 novembre 2020	Transits automnaux	83	1021,47
		<b>225</b>	<b>2 457,23</b>

### 2.2. Inventaire complet des espèces contactées en altitude

L'activité corrigée (contacts/h corrigés) mentionnée dans le tableau suivant correspond au nombre de contacts rapporté au nombre d'heures d'écoute par saison, corrigé par les coefficients de détections propres à chaque espèce. Le détail des statuts de conservation et de protection ainsi que des coefficients de détectabilité sont disponibles page suivante.

Figure 7 : Inventaire complet des espèces enregistrées par le SM4Bat

Nom vernaculaire	Saisons échantillonnées						Listes rouges			Directive Habitats
	Transits printaniers		Mise-bas		Transits automnaux		France	Europe	Centre <sup>1</sup>	
	Micro nacelle	Micro nacelle	Micro nacelle	Micro nacelle	Micro nacelle	Micro nacelle				
Contacts	Contacts/h corrigés	Contacts	Contacts/h corrigés	Contacts	Contacts/h corrigés					
Noctule commune	9	0,003	32	0,011	57	0,014	VU	LC	NT	IV
Noctule de Leisler	46	0,019	15	0,007	49	0,015	NT	LC	NT	IV
Pipistrelle commune	1304	1,764	4733	6,795	90	0,088	NT	LC	LC	IV
Pipistrelle de Kuhl			351	0,504			LC	LC	LC	IV
Pipistrelle de Nathusius	46	0,062	7	0,010	35	0,034	NT	LC	NT	IV
Pipistrelle pygmée	3	0,004					LC	LC	DD	IV
Sérotine commune			8	0,007	4	0,002	NT	LC	LC	IV
<b>Total</b>	<b>1408</b>	<b>1,853</b>	<b>5146</b>	<b>7,334</b>	<b>235</b>	<b>0,154</b>				
<b>Nombre d'espèces</b>	<b>5</b>		<b>6</b>		<b>5</b>					

En gras, les espèces patrimoniales.

#### Définition des statuts de protection et de conservation :

- ❖ Directive Habitats-Faune-Flore

Annexe IV : protection stricte (intérêt communautaire).

- ❖ Liste rouge (UICN, 2017) et niveau de menace régional

**VU** : Vulnérable (espèce dont le passage dans la catégorie des espèces en danger est jugé probable dans un avenir proche en cas de persistance des facteurs qui sont cause de la menace).

**NT** : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises).

**LC** : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible).

**DD** : Donnée indisponible.

<sup>1</sup> CSRPN Centre-Val de Loire 2012, Liste rouge des chauves-souris de la région Centre-Val de Loire, 1p.

Figure 8 : Détails des coefficients de détectabilité et des distances de détection des chiroptères en milieu ouvert (Barataud M. 2015)

Intensité d'émission	Espèces	Distance détection (m)	Coefficient de détectabilité
Moyenne	Pipistrelle commune	30	1
	Pipistrelle de Kuhl	30	1
	Pipistrelle de Nathusius	30	1
	Pipistrelle pygmée	30	1
Forte	Sérotine commune	40	0,63
Très forte	Noctule de Leisler	80	0,31
	Noctule commune	100	0,25

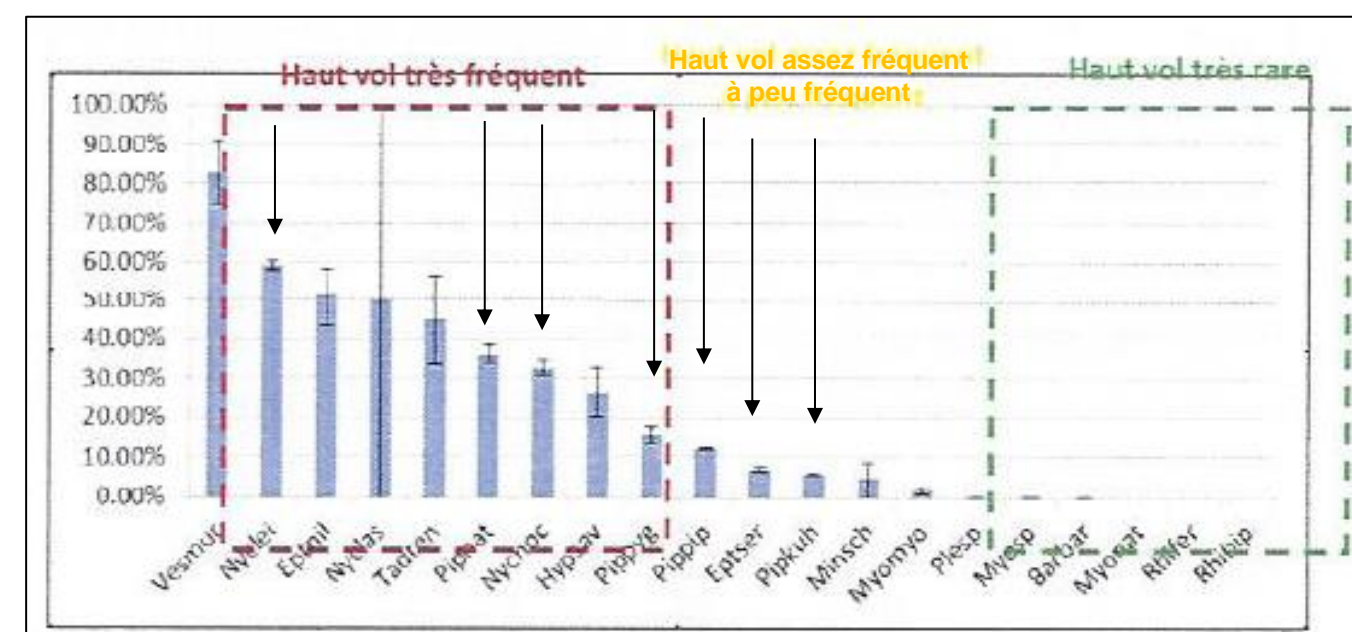
En Europe, parmi les 10 567 cadavres découverts et compilés (T. Dürr - octobre 2020), les espèces impactées sont réparties comme suit :

Figure 9 : Tableau de synthèse des cas de mortalité de chiroptères en Europe

Espèces	%	Espèces	%
Pipistrelle commune	22,73	Minioptère de Schreibers	0,12
Pipistrelle de Nathusius	15,12	Murin de Daubenton	0,10
Noctule commune	14,57	Murin sp.	0,09
Pipistrelle sp.	6,93	Oreillard gris	0,08
Noctule de Leisler	6,72	Oreillard roux	0,07
Pipistrelle de Kuhl	4,39	Grand Murin	0,07
Pipistrelle pygmée	4,20	Petit Murin	0,07
Pipistrelle commune/pygmée	3,85	Barbastelle d'Europe	0,06
Vespère de Savi	3,22	Murin à moustaches	0,05
Sérotine bicolore	2,01	Murin à oreilles échancrées	0,05
Sérotine commune	1,15	Murin des marais	0,03
Sérotine isabelle	1,12	Murin de Natterer	0,03
Sérotine commune/isabelle	1,08	Murin de Brandt	0,02
Molosse de Cestoni	0,79	Grand Rhinolophe	0,01
Sérotine de Nilsson	0,42	Murin de Bechstein	0,01
Grande Noctule	0,38	Rhinolophe de Méhely	0,01
Noctule sp.	0,21	Rhinolophe sp.	0,01

En orange, les espèces effectivement contactées via les écoutes en continu sur le site du Bois Clergeons

Figure 10 : Proportions des contacts localisés à plus de 25 mètres de hauteur par espèce (Haquart et al. 2014)



Cinq espèces de chiroptères ont été inventoriées durant cette campagne de prospections. Quatre d'entre elles sont patrimoniales en raison de leurs statuts de conservation défavorables en France et/ou en région (Figure 7).

Ces espèces sont majoritairement connues pour réaliser régulièrement des vols de haute altitude (Figure 10, fléchées, les espèces sont indiquées par un code à 6 lettres : les 3 premières lettres du genre et les 3 premières de l'espèce).

La période des transits printaniers a été la plus marquée en termes d'activité en raison de l'existence d'un pic de fréquentation de la Pipistrelle commune à cette saison. Le détail de fréquentation des périodes fournira davantage d'explications sur la présence des chiroptères et leurs raisons potentielles.

Trois des sept espèces détectées via les écoutes en continu (Noctule commune, Noctule de Leisler et Pipistrelle de Nathusius) sont des espèces dites « migratrices » qui sont capables de transiter à haute altitude. Elles forment avec la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl les espèces les plus impactées par les éoliennes en Europe (Figure 9).

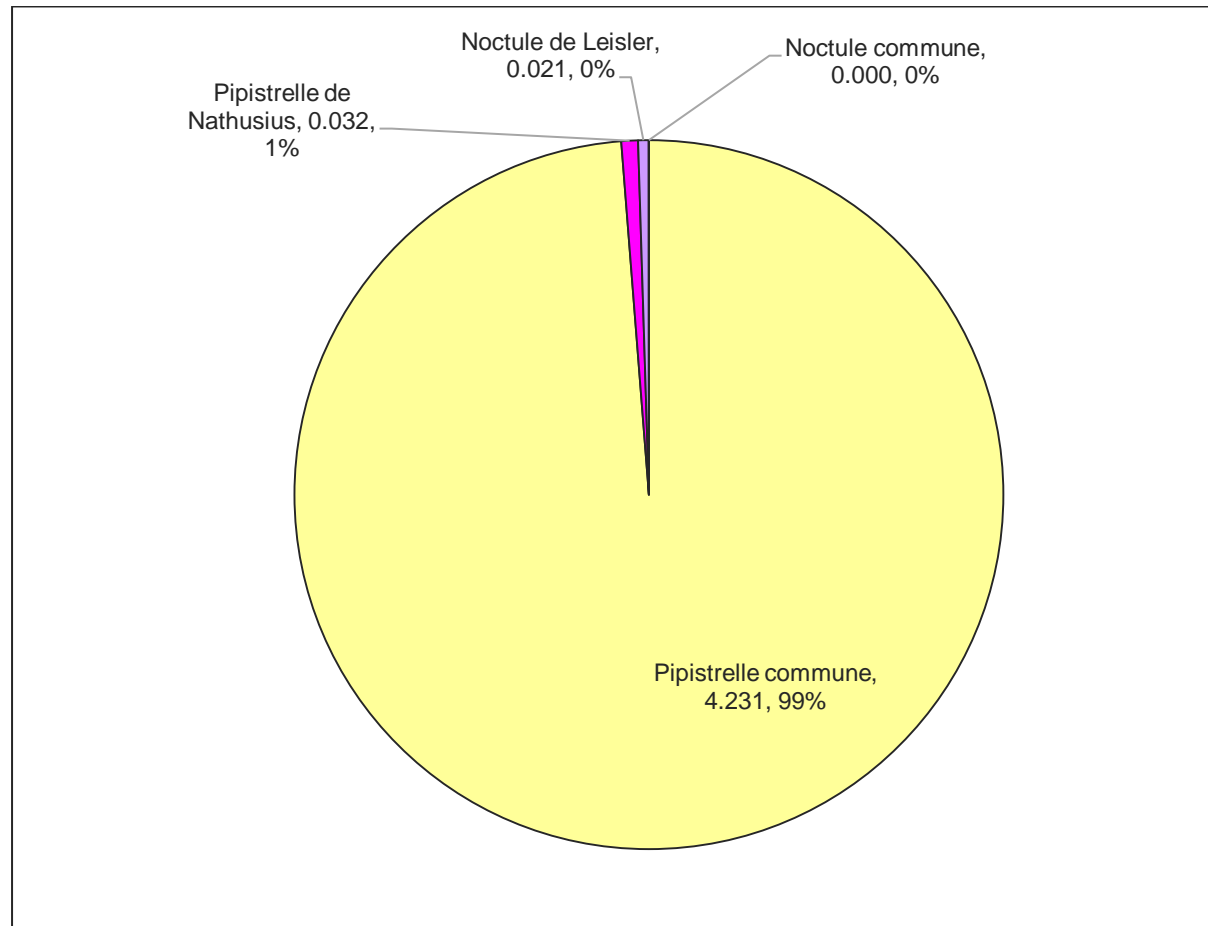
L'activité à hauteur de nacelle enregistrée pour les trois périodes confondues a été faible, s'échelonnant de moins de 0,002 à 6,79 c/h en fonction de l'espèce. Il est cependant probable que des fenêtres particulières de déplacement ressortent des analyses plus détaillées.

Le premier contact a été enregistré dans la nuit du 30 mars, et le dernier, le 30 octobre. Des contacts avant et après cette période d'écoute peuvent avoir eu lieu, mais ceux-ci doivent être très peu nombreux et n'ont de toute évidence pas été captés par le SM4Bat.

## 2.3. Etude de l'activité en altitude en période des transits printaniers

### 2.3.1. Répartition quantitative des espèces contactées en altitude en période des transits printaniers

Figure 11 : Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée)



En période des transits printaniers, quatre espèces de chauves-souris ont été détectées en hauteur, correspondant toutes aux chiroptères connus pour être à l'aise au-dessus des espaces ouverts. La Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius sont migratrices, et donc sensibles à l'activité éolienne. La Pipistrelle commune a largement dominé les enregistrements (99% de l'activité globale corrigée).

### 2.3.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en altitude en phase des transits printaniers

Un pic d'activité relativement important s'est produit le 8 avril 2020 puisque cette nuit-là, pas moins de 773 contacts ont été enregistrés dont 751 de la Pipistrelle commune. Signalons que les conditions climatiques étaient particulièrement favorables à un renforcement de l'activité chiroptérologique.

Figure 12 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période des transits printaniers 2020 (en nombre de contacts)

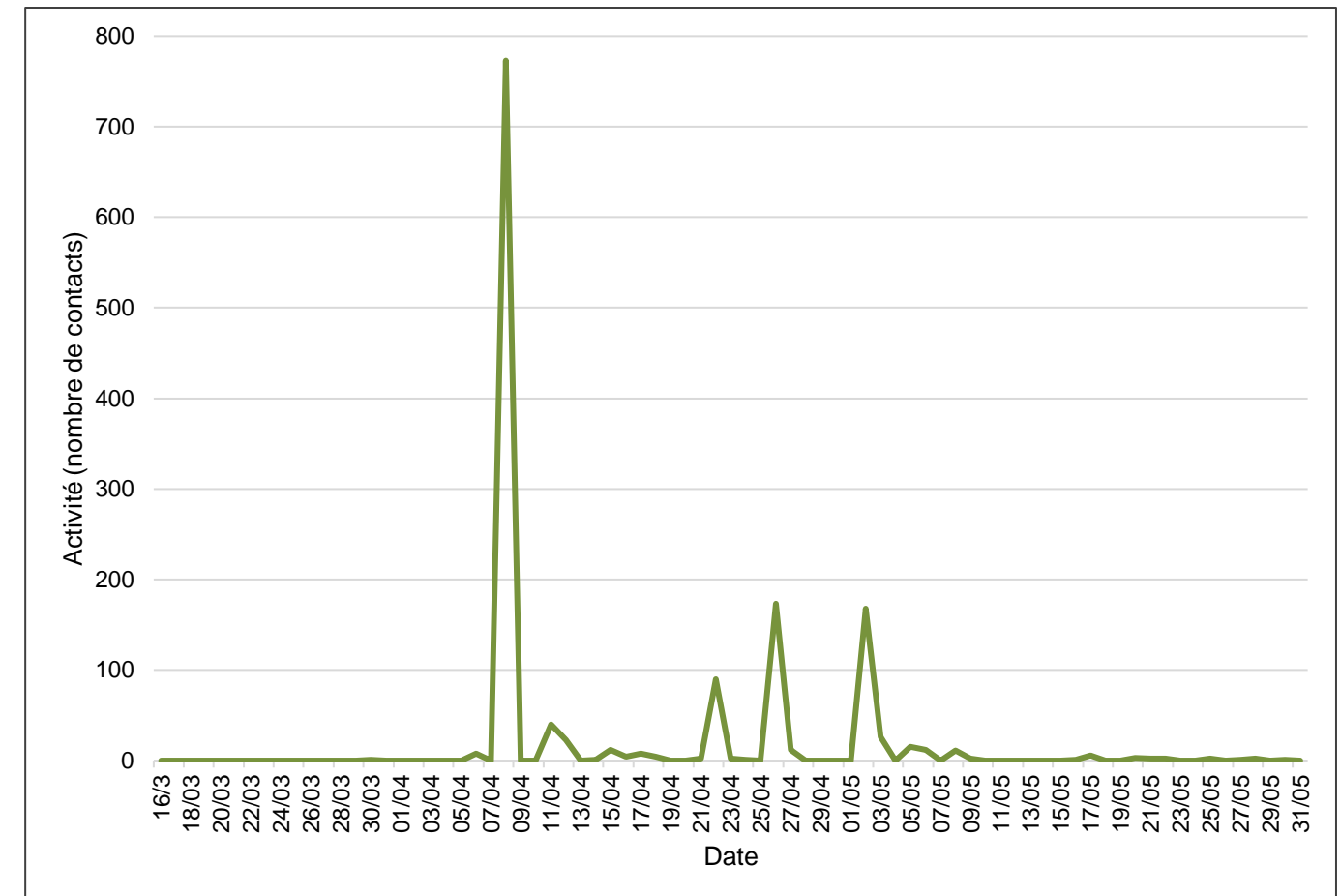
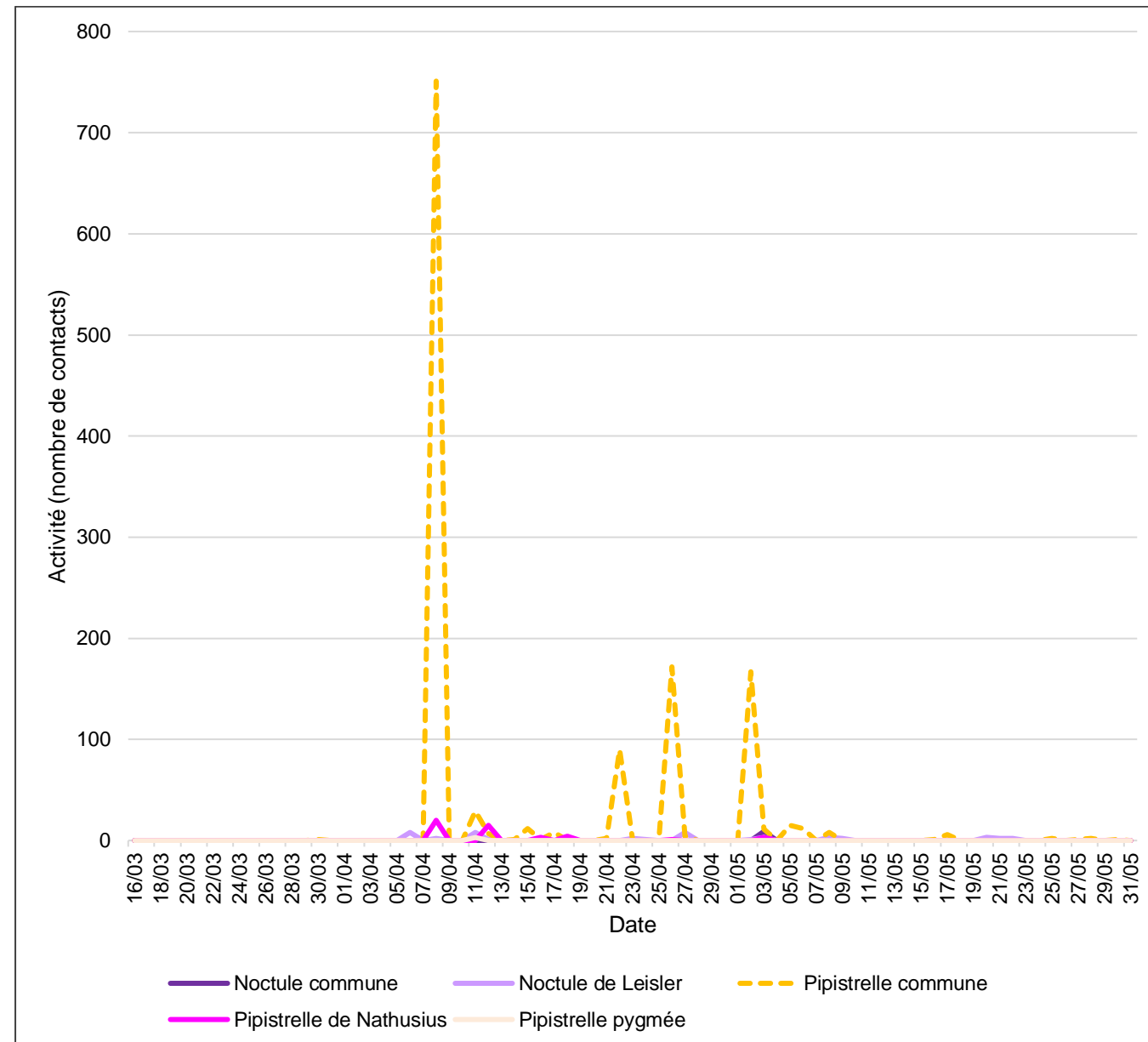


Figure 13 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des espèces présentes en période des transits printaniers 2020 (en nombre de contacts)



D'autres pics se démarquent pendant la saison :

- Le 11 avril, avec 29 contacts de la Pipistrelle commune, 3 de la Pipistrelle pygmée et 8 de la Noctule de Leisler enregistrés ;
- Le 22 avril, avec 90 contacts de la Pipistrelle commune, 1 de la Pipistrelle de Nathusius et 1 de la Noctule de Leisler ;
- Le 26 avril, avec 172 contacts de la Pipistrelle commune et 1 de la Pipistrelle de Nathusius ;
- Le 2 mai, avec 167 contacts de la Pipistrelle commune et 1 de la Noctule de Leisler ;

L'activité est donc hétérogène, probablement conditionnée par la disponibilité de la ressource alimentaire pour les pipistrelles communes du secteur. Les données ne semblent pas révéler de couloir de migration important, bien que la présence assez régulière (bien que peu marquée) de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle de Nathusius peut annoncer une fréquentation supérieure à venir lors des transits automnaux. La présence de la Pipistrelle pygmée est quant à elle anecdotique.

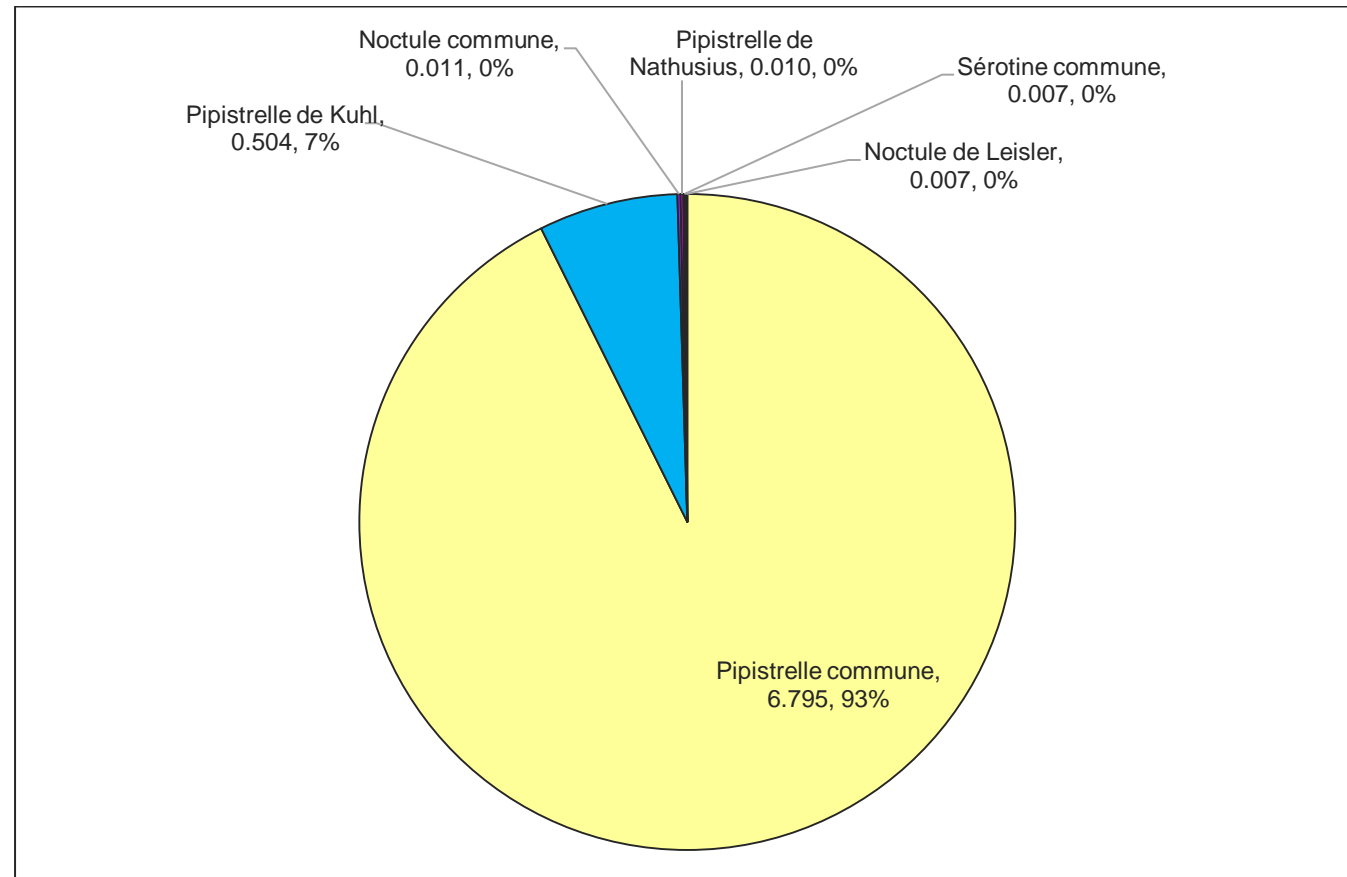


En période des transits printaniers, un pic d'activité influence les données le 8 avril 2020. Cette nuit-là, la fréquentation de la Pipistrelle commune a été forte puisque pas moins de 751 contacts ont été enregistrés pour l'espèce. Cette dernière n'étant pas spécialement migratrice et le printemps n'occasionnant pas de phénomène de swarming, il est alors très probable qu'un facteur extérieur ait conditionné la présence des chauves-souris à proximité de la nacelle. Il est supposé qu'une augmentation brutale de la ressource alimentaire soit la cause de cet attroupement. Une activité agricole (comme un dépôt de fumier sous les pales) peut ainsi fortement influencer la présence des insectes, puisque ceux-ci connaissent également des pics d'éclosion entraînant la sortie brutale et éphémères de juvéniles. Les chauves-souris du secteur sont donc au rendez-vous pour profiter de cette aubaine.

## 2.4. Etude de l'activité en altitude en période de mise-bas

### 2.4.1. Répartition quantitative des espèces contactées en altitude en période de mise-bas

Figure 14 : Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée)



Six ont été détectées lors de la mise-bas, à savoir les deux espèces de Noctules, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, déjà rencontrées au printemps, auxquelles s'ajoutent la Pipistrelle de Kuhl et la Sérotine commune.

La Pipistrelle commune domine à nouveau largement les enregistrements, mais il est important de signaler la présence également accentuée de la Pipistrelle de Kuhl qui totalise tout de même 332 contacts bruts, soit 0,504 c/h corrigés.

### 2.4.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en phase de mise-bas

Un pic important d'activité a eu lieu le 19 juin 2020 et influence fortement les analyses chiroptérologiques puisque cette nuit là, 4 518 contacts ont été enregistrés, dont 4187 contacts à mettre sur le compte de la Pipistrelle commune. Pour plus de lisibilité, des graphiques intégrant ce pic et d'autres ne l'intégrant pas sont proposés afin de mieux visualiser le reste de l'activité saisonnière.

#### ➤ Graphiques intégrant le pic du 19 juin 2020

Figure 15 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts)

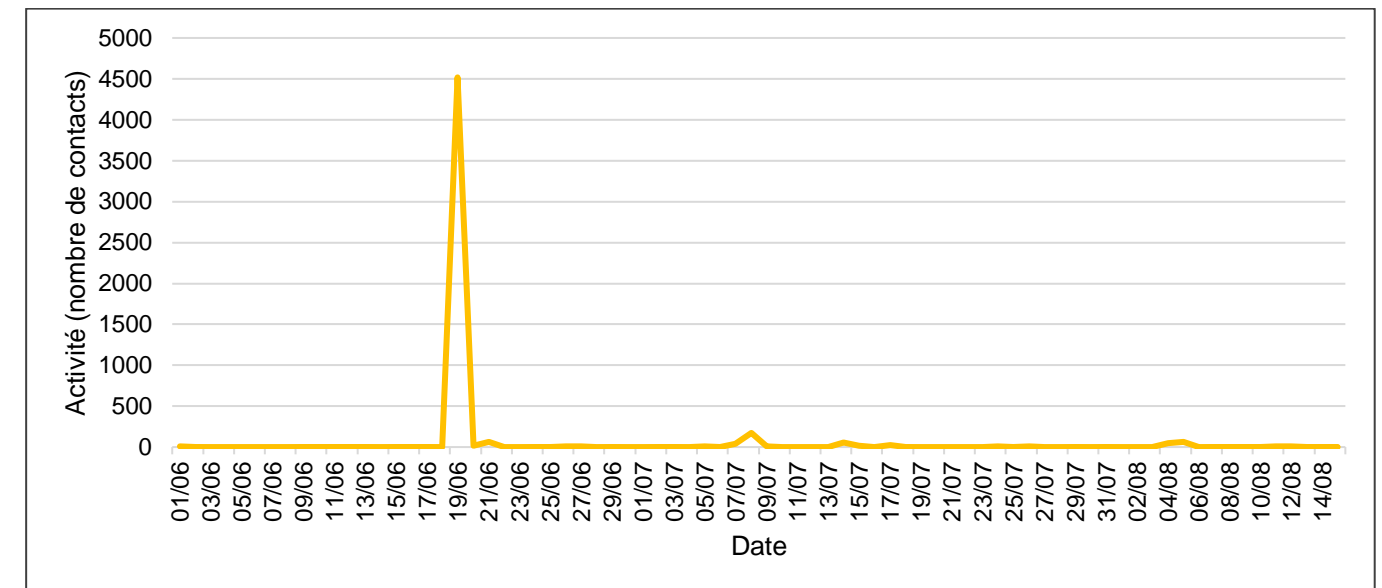
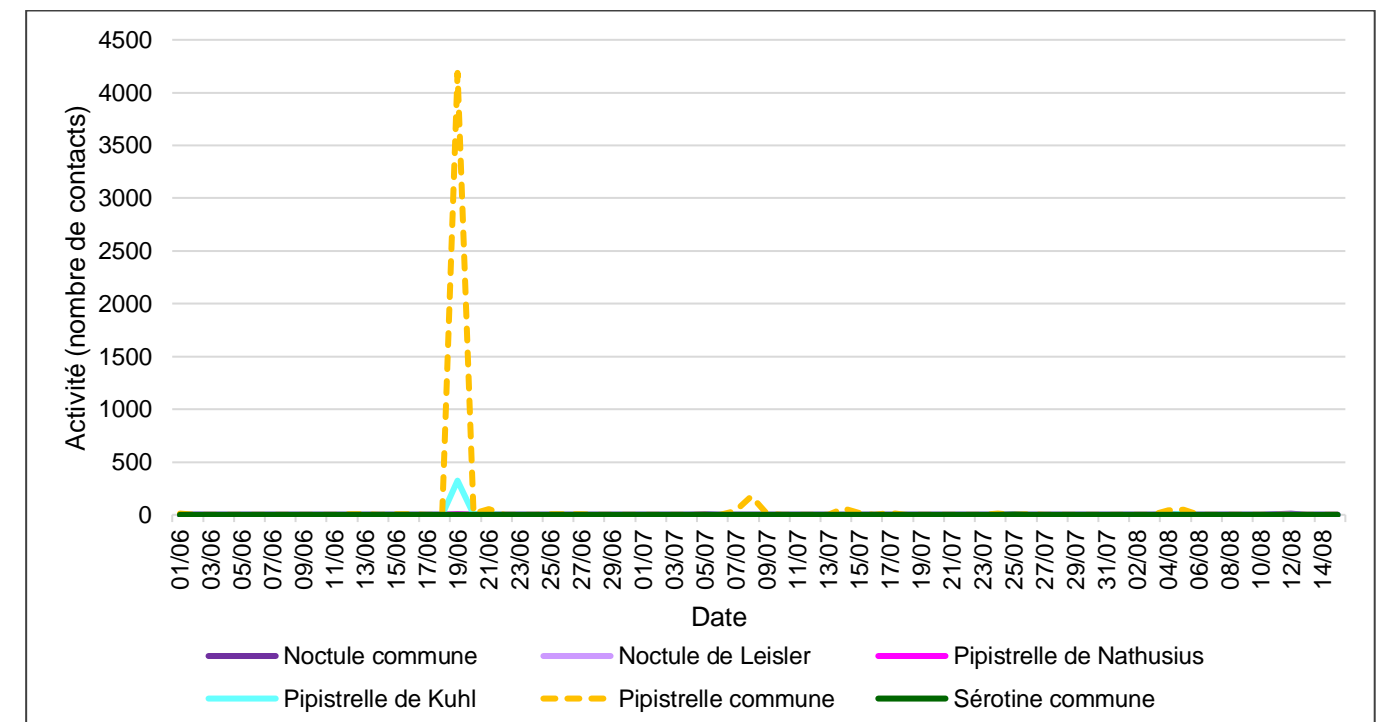


Figure 16 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts)





➤ **Graphiques n'intégrant pas le pic du 19 juin 2020**

Figure 17 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts)

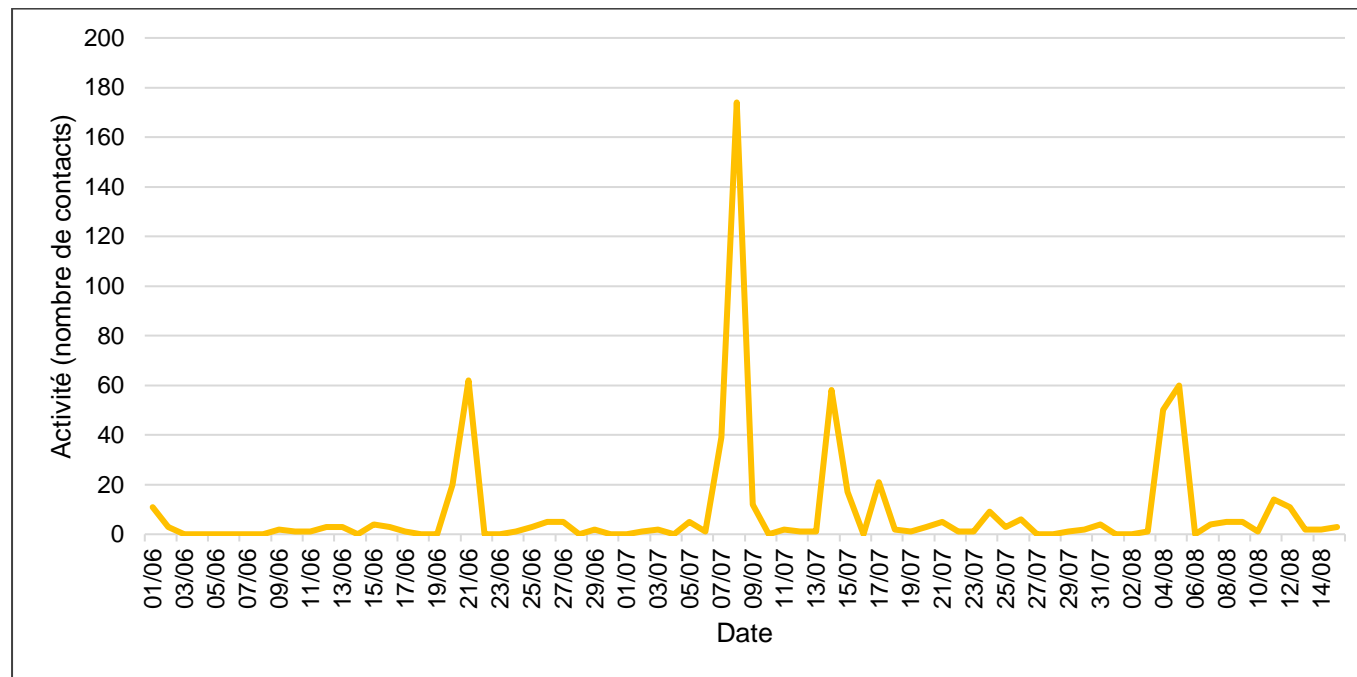
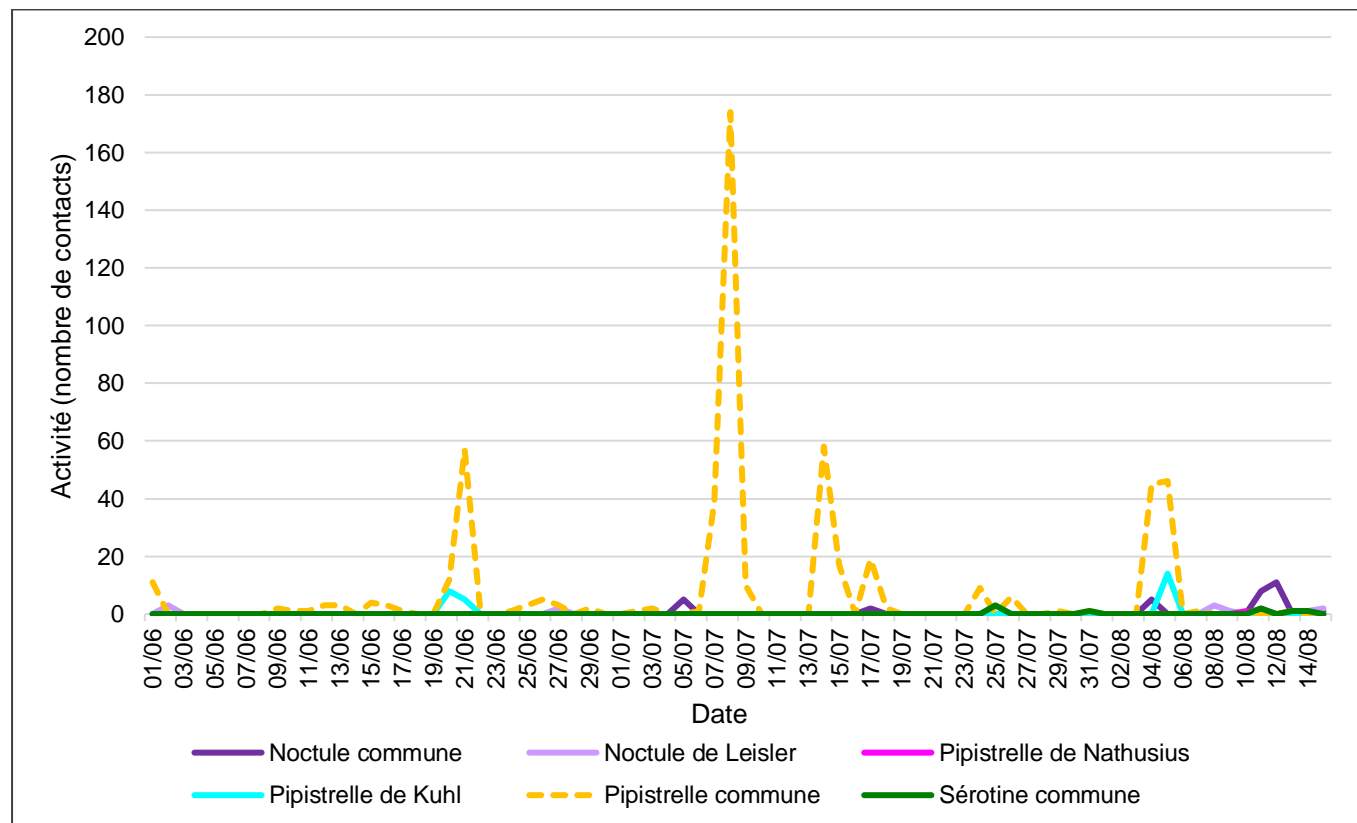


Figure 18 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de mise-bas 2020 (en nombre de contacts)



Un pic important, très largement supérieur à celui détecté au printemps, se dessine le 19 juin, nuit pendant laquelle 4 187 contacts de la Pipistrelle commune ont été détectés. Cette activité doit à nouveau être conditionnée par un phénomène extérieur indépendant de la météo comme la disponibilité de la ressource alimentaire, d'autant plus qu'un pic de la Pipistrelle de Kuhl (324 contacts) s'observe également ce jour là, indiquant un vrai rassemblement des chauves-souris qui ne peut résulter d'un phénomène aléatoire. Le reste des nuits d'été, un maximum de 174 contacts a été enregistré.

La Pipistrelle commune est très souvent détectée à hauteur de nacelle lors de l'été, ce qui indique une probable activité au sol plus importante encore. Il est possible que l'espèce mette bas aux alentours (dans un rayon maximal de 10 kilomètres environ) et prospecte le secteur à la recherche de nourriture.

Une augmentation de la fréquentation des noctules apparaît dès le début du mois d'août et reflète non pas une activité estivale, mais le début de la phase de migration de ces espèces. En effet, celles-ci se mettent généralement en route vers leurs quartiers d'hiver dès début août, leur fenêtre de passage s'étirant ensuite jusqu'à fin septembre. Ces deux espèces de haut vol circulent alors à des hauteurs qui coïncident avec la fenêtre de rotation des pales et s'exposent davantage à la collision que lors de l'été.

Elles suivent de plus des voies relativement définies, que peuvent également emprunter les autres espèces. Il est donc très probable qu'un couloir de migration à l'échelle locale existe au niveau du parc éolien du Bois Clergeons.

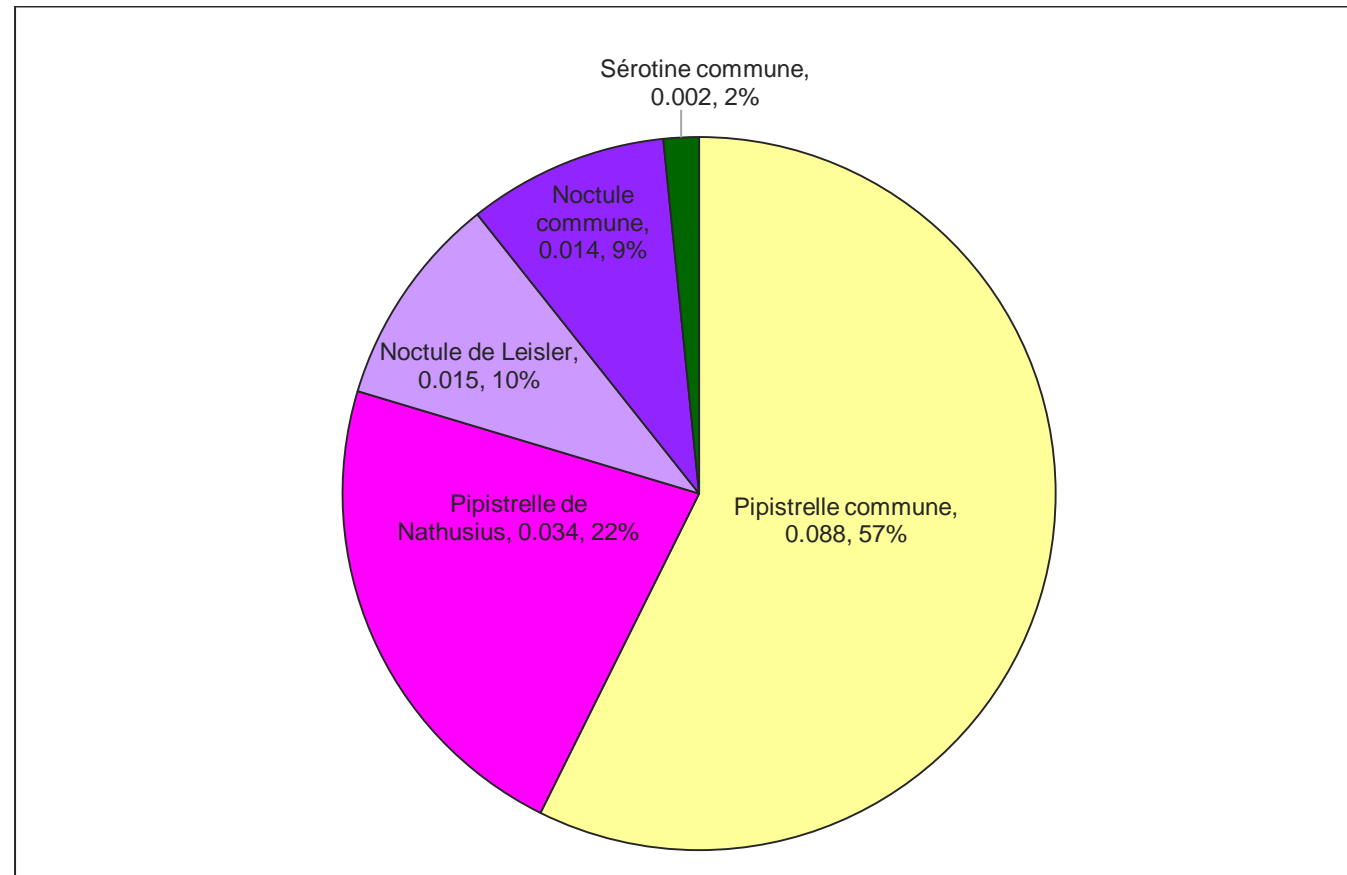
La présence de la Sérotine commune, de la Pipistrelle de Nathusius et de la Pipistrelle de Kuhl est très occasionnelle en été. Ces deux espèces ne mettent probablement pas bas dans les environs, et ne font alors sans doute que transiter pour rejoindre des territoires plus propices à leur écologie.

Nous précisons que l'activité au sol peut être très différente de celle en altitude, notamment lors de la période estivale.

## 2.5. Etude de l'activité en altitude en période des transits automnaux

### 2.5.1. Répartition quantitative des espèces contactées en altitude en période des transits automnaux

Figure 19 : Répartition quantitative des chiroptères détectés au niveau de la nacelle de l'éolienne (activité corrigée)



Cinq espèces ont été détectées lors de la mise-bas, toutes déjà identifiées lors des saisons précédentes. L'activité enregistrée est répartie de manière plus homogène entre les espèces et traduit une augmentation de la proportion d'individus migrants en automne par rapport à l'occupation de la Pipistrelle commune. En effet, la Pipistrelle de Nathusius représente alors 22% de l'activité corrigée globale, pourcentages qui passent respectivement à 10% et 9% pour la Noctule de Leisler et la Noctule commune.

### 2.5.2. Etude de l'activité chiroptérologique journalière en altitude en phase des transits automnaux

Figure 20 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période des transits automnaux 2020 (en nombre de contacts)

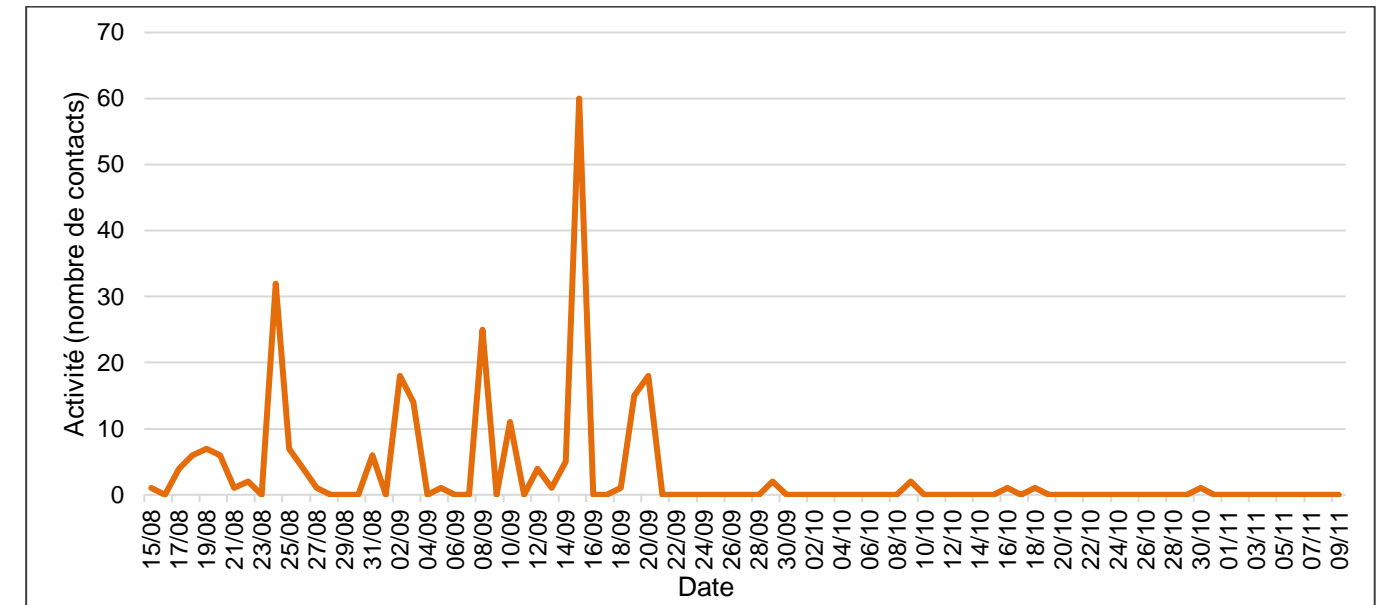
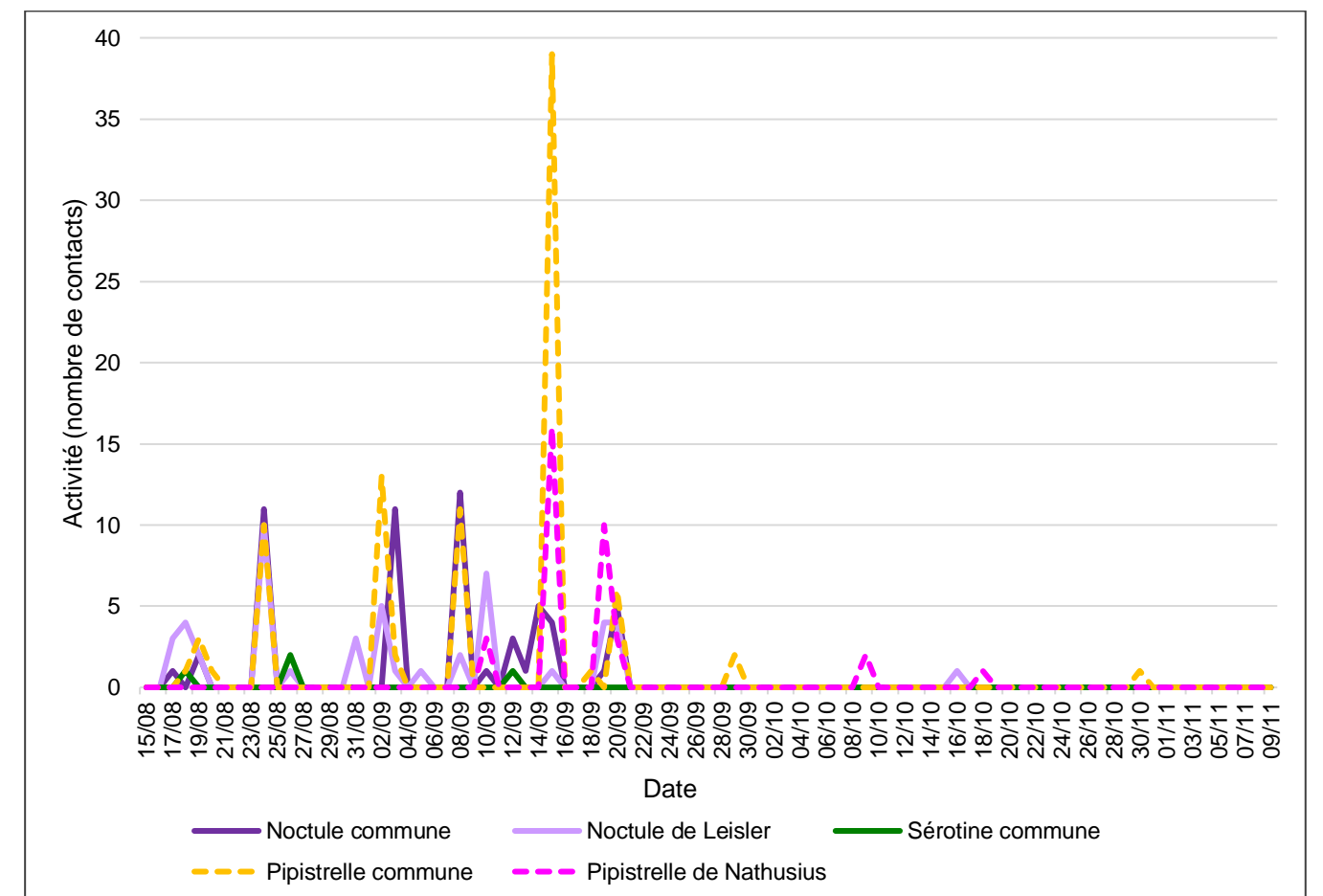


Figure 21 : Représentation graphique des variations journalières de l'activité des chiroptères en période de automnaux 2020 (en nombre de contacts)



L'activité en période des transits automnaux ne présente aucun pic de forte intensité comme lors des périodes précédentes. Elle est en revanche beaucoup plus régulière et quotidienne jusqu'au 22 septembre, date à partir de laquelle l'activité devient quasi nulle. Les noctules sont bien présentes de la mi-août à la mi-septembre, ce qui confirme l'existence d'un couloir de migration de ces espèces au niveau local. Jusqu'à 17 contacts par nuit de la Noctule commune et 10 de la Noctule de Leisler ont ainsi été enregistrés en hauteur.

Une activité migratoire de la Pipistrelle de Nathusius apparait aussi dès la fin septembre, période connue de transit pour cette espèce. Celle-ci est néanmoins moins marquée que pour les noctules.

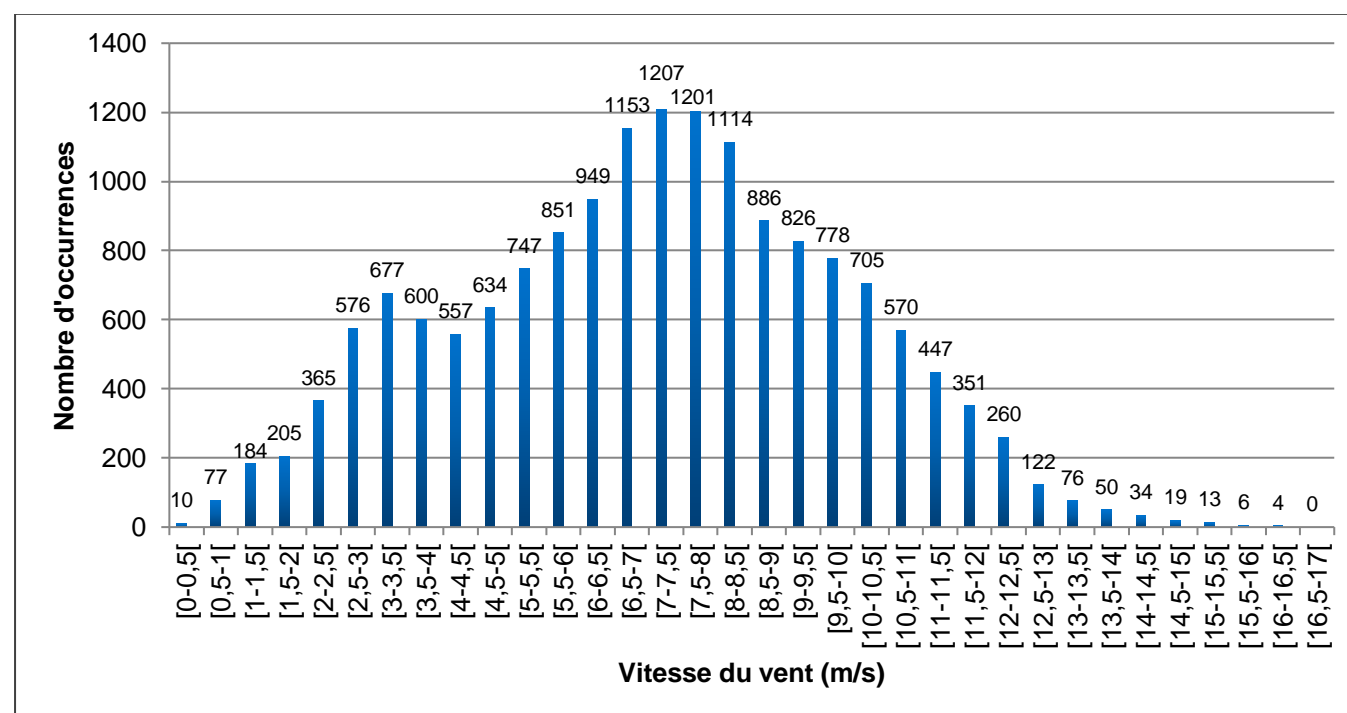
La présence de la Pipistrelle de Kuhl et de la Pipistrelle commune est plus disparate en automne, montrant que des individus peuvent ponctuellement survoler le site à forte altitude dans le cadre de leurs déplacements migratoires ou locaux.

La migration des chauves-souris existe au niveau du parc éolien du Bois Clergeons. Les noctules sont surtout concernées, suivies de la Pipistrelle de Nathusius, un peu plus tardivement.

## 2.6. Corrélation de l'activité enregistrée au niveau de l'éolienne avec les conditions de vent et de températures

### 2.6.1. Présentation des vents enregistrés de nuit à hauteur de nacelle

Figure 22 : Représentation graphique du nombre d'occurrences des classes de vitesses de vent mesurées de nuit d'avril à novembre 2020



### 2.6.2. Étude de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent

A nouveau, nous proposons un graphique incluant le pic du 19 juin 2020 qui influence fortement les corrélations et un graphique sans ce pic afin que les conclusions soient les plus complètes possibles.

#### ➤ Avec le pic du 19 juin 2020

Figure 23 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent sur l'année

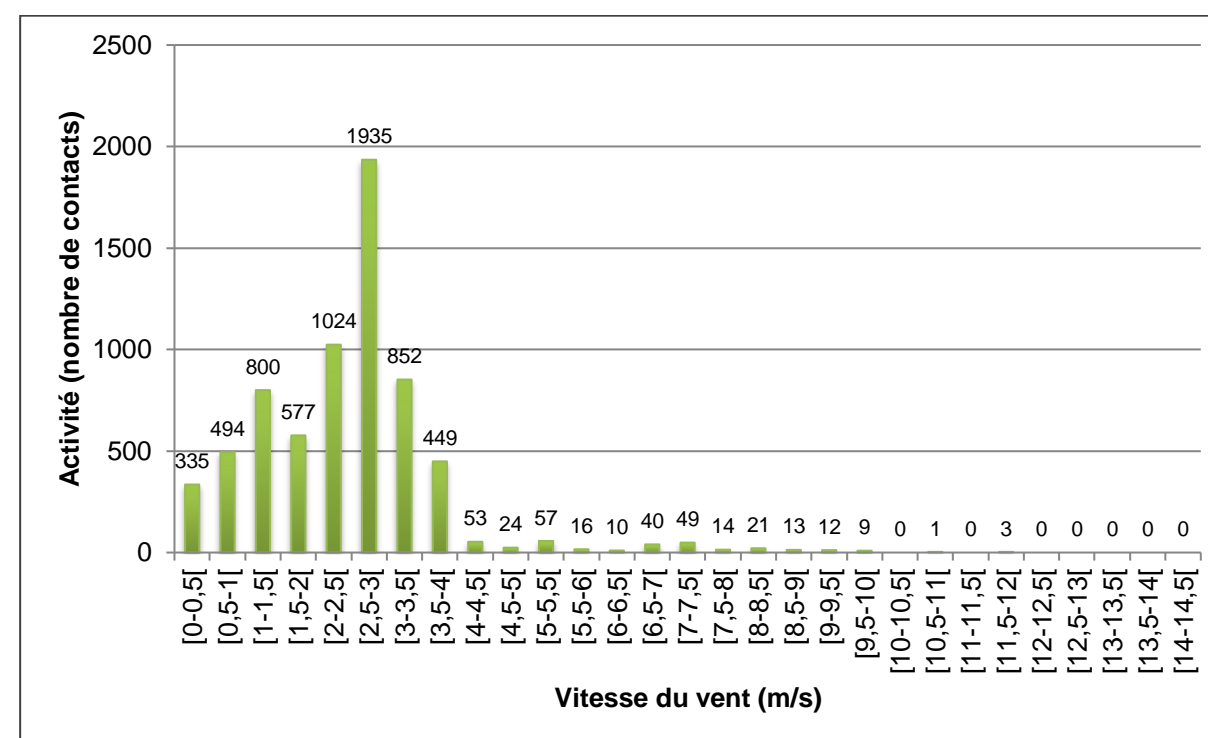


Figure 24 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

Classes de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts (année)	Pourcentage
$X < 6$	6600	97,23%
$6 \leq X < 7,5$	115	1,69%
$7,5 \leq X < 10$	69	1,02%
$X \geq 10$	4	0,06%
<b>Total</b>	<b>6 788*</b>	<b>100,00</b>

\*Nous signalons que pour un enregistrement chiroptérologique (pendant la nuit du 17 juin), les conditions météorologiques n'ont pas été renseignées ce qui explique le total de 6 788 contacts au lieu de 6 789.

➤ **Sans le pic du 19 juin 2020**

Figure 25 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des vitesses de vent sur l'année sans le pic du 8 avril 2020

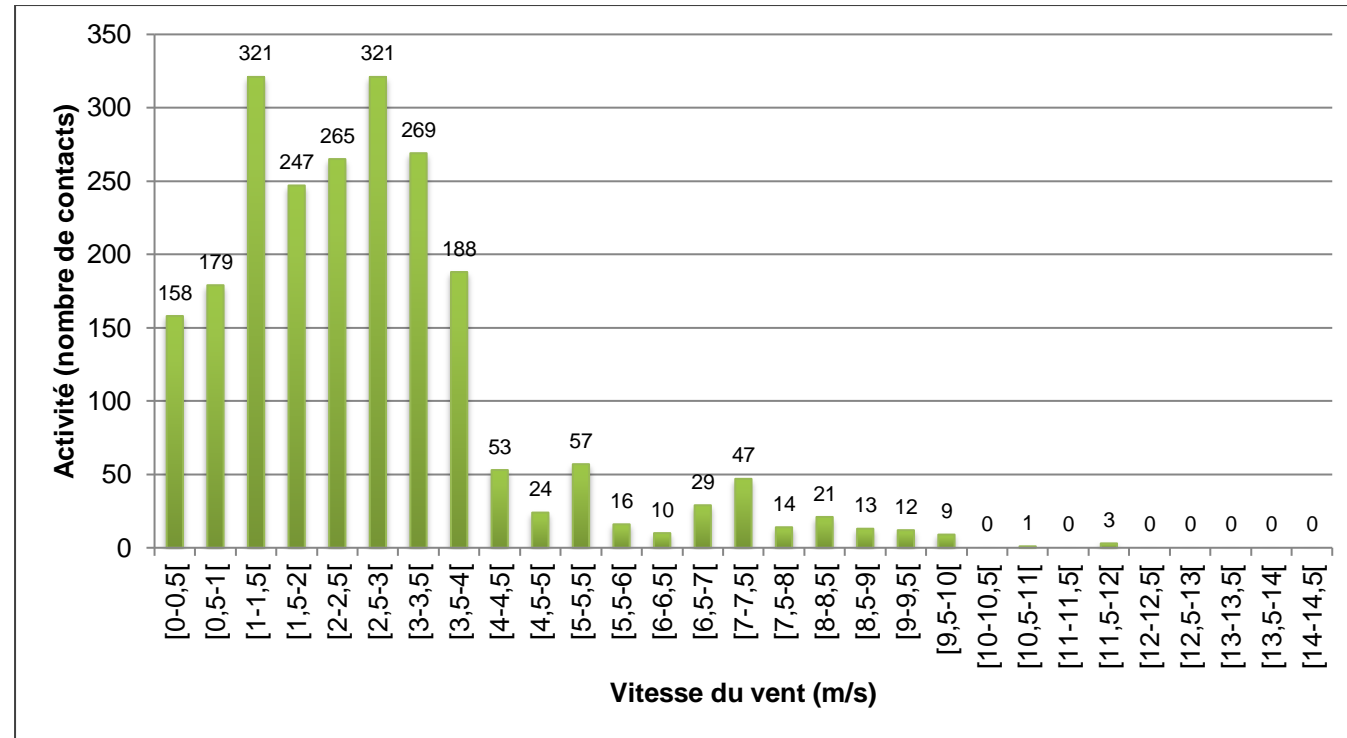


Figure 26 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les vitesses de vent

Classes de vitesse du vent (en m/s)	Nombre de contacts (année)	Pourcentage
$X < 6$	2098	92,91%
$6 \leq X < 7,5$	86	3,81%
$7,5 \leq X < 10$	69	3,06%
$X \geq 10$	4	0,18%
<b>Total</b>	<b>2 257</b>	<b>100,00%</b>

➤ **Conclusions**

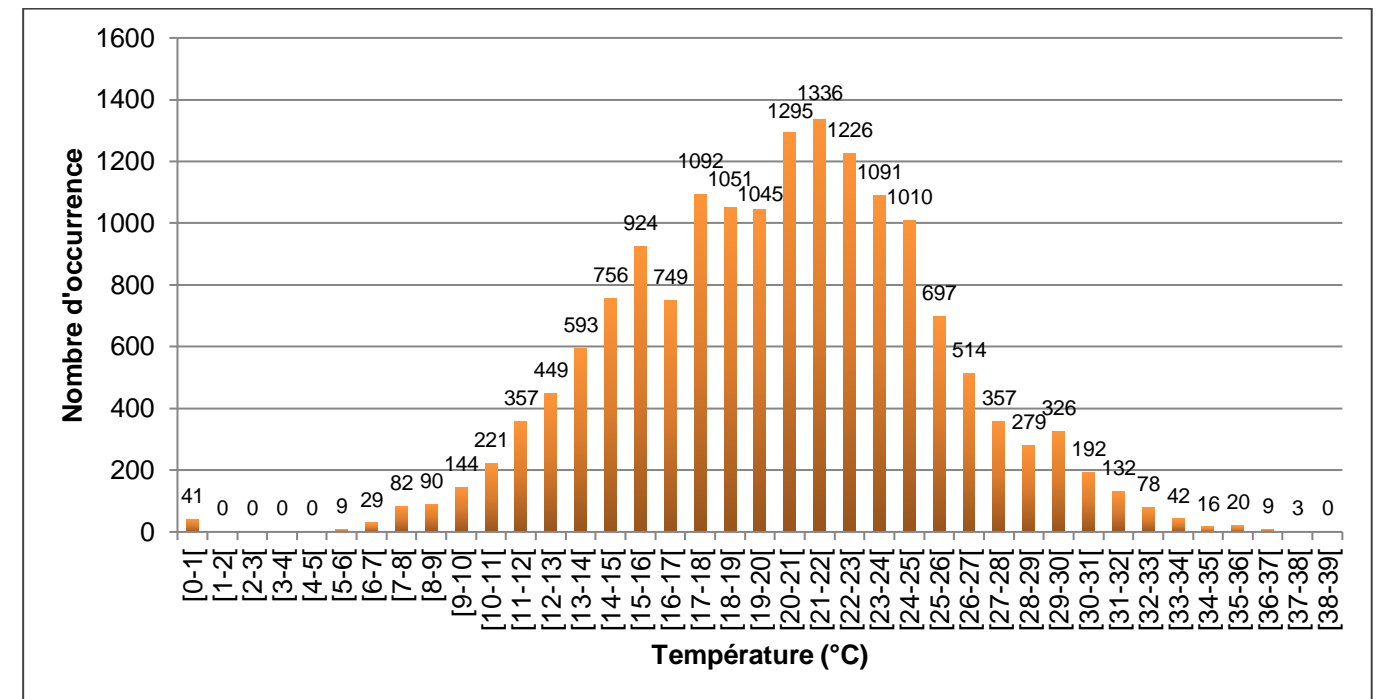
Les chiroptères sont très sensibles au vent. C'est pourquoi une corrélation entre l'activité et ce paramètre météorologique est indispensable. Il est intéressant de mettre en relation ces deux variables pour déterminer pour quelles vitesses de vent l'activité diminue de façon notable.

Les données montrent que des contacts ont été enregistrés même pour des vents atteignant les 12 m/s, mais ceux-ci sont minoritaires. L'activité se concentre plutôt sous les 10 m/s, et surtout sous les 6 m/s.

Les chauves-souris circulent donc préférentiellement par temps calme puisque 97,23 % des contacts totaux ont été enregistrés pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s (92,91% des contacts totaux sans le pic). Lorsque l'on analyse plus finement les données, il apparaît que 172 contacts ont tout de même été obtenus pour des vents supérieurs, soit 2,77% des contacts totaux ou 7,05% sans le pic.

2.6.3. Présentation des températures enregistrées de nuit à hauteur de nacelle

Figure 27 : Représentation graphique du nombre d'occurrences des classes de températures mesurées de nuit d'avril à novembre 2020



2.6.4. Étude de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures

➤ **Avec le pic du 19 juin 2020**

Figure 28 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures sur l'année

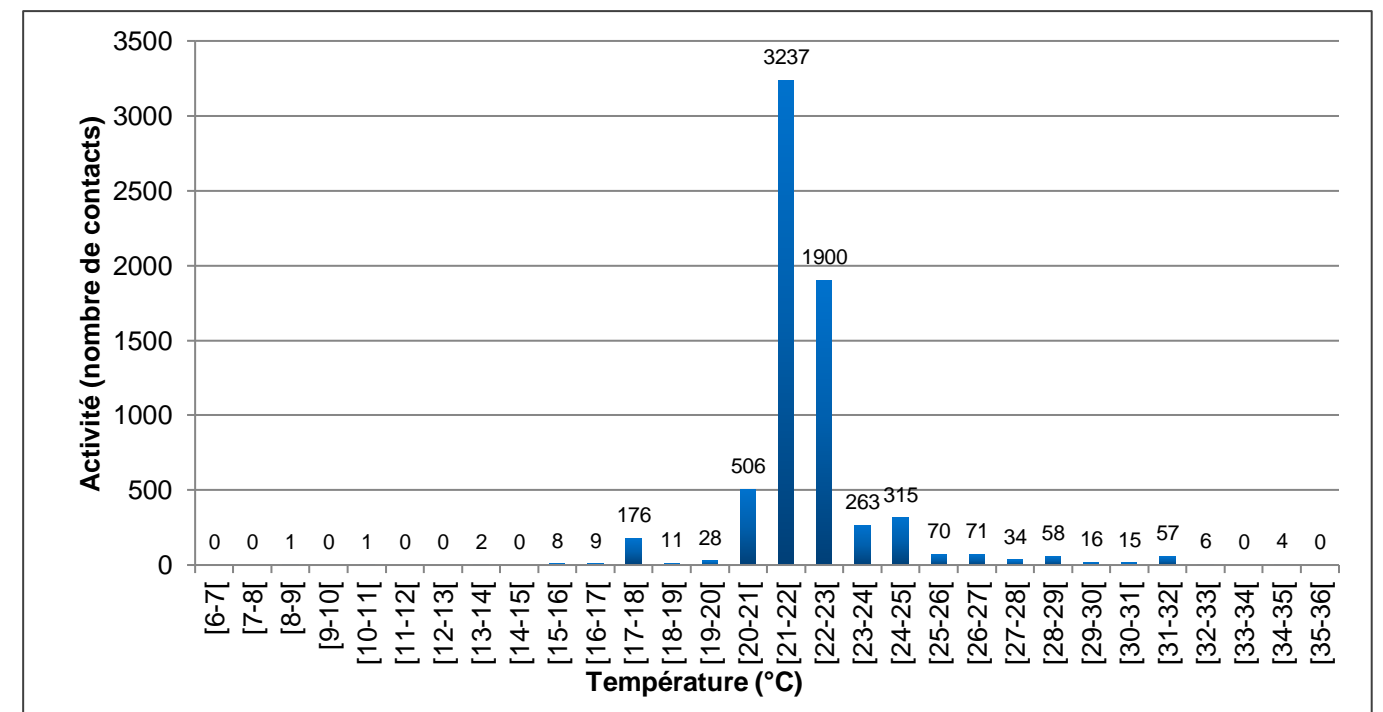


Figure 29 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures

Classes de températures (en °C)	Nombre de contacts	Pourcentage
X < 11	2	0,03%
11 ≤ X < 15	2	0,03%
15 ≤ X < 20	232	3,42%
20 ≤ X < 24	5906	87,01%
X ≥ 24	646	9,52%
<b>Total</b>	<b>6788</b>	<b>100,00%</b>

➤ Sans le pic 19 juin 2020

Figure 30 : Représentation graphique des variations de l'activité chiroptérologique en altitude en fonction des températures sur l'année sans le pic du 8 avril 2020

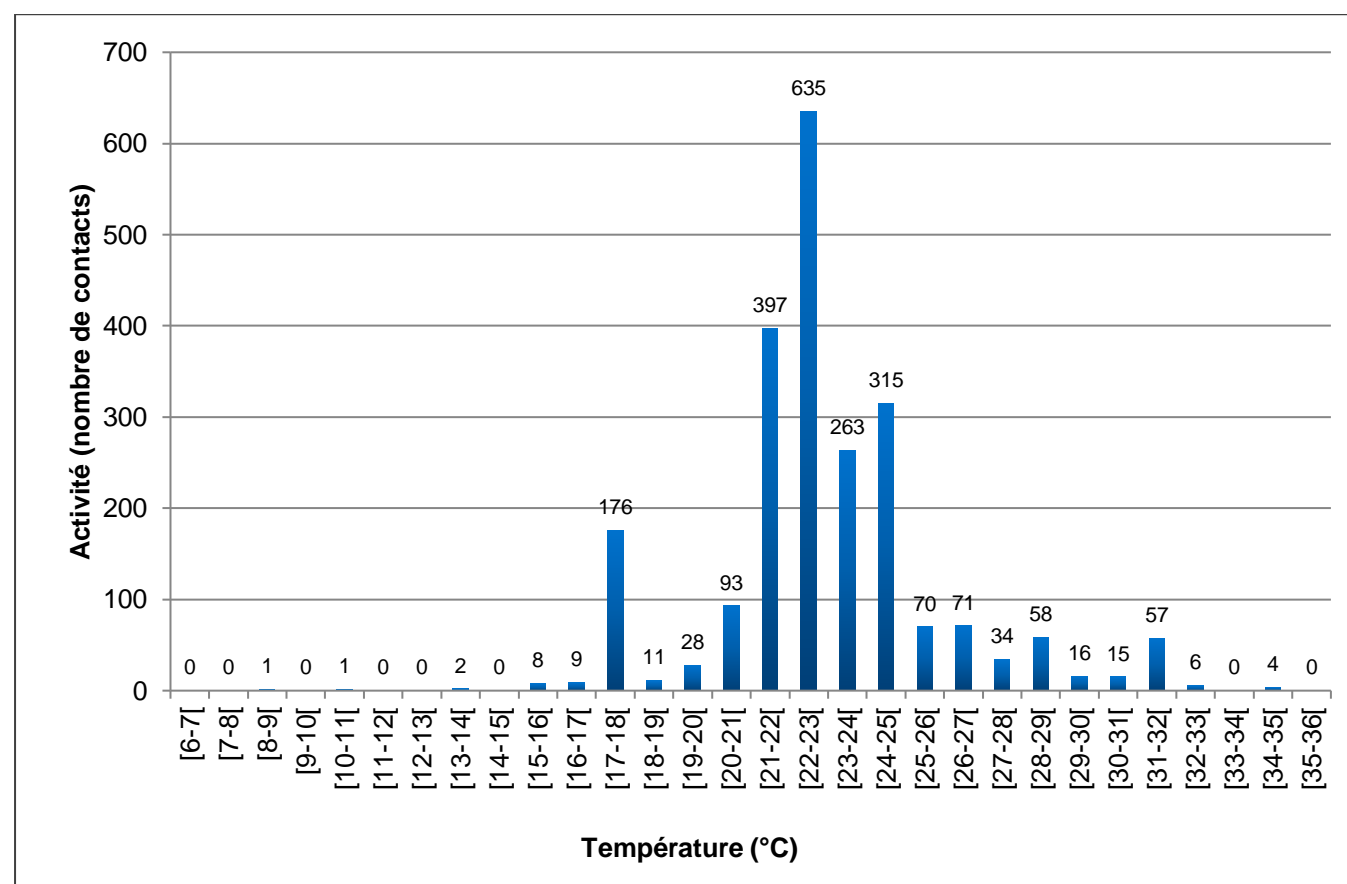


Figure 31 : Mise en corrélation de l'activité chiroptérologique avec les températures

Classes de températures (en °C)	Nombre de contacts	Pourcentage
X < 11	2	0,09%
11 ≤ X < 15	2	0,09%
15 ≤ X < 20	232	10,28%
20 ≤ X < 24	1375	60,92%
X ≥ 24	646	28,62%
<b>Total</b>	<b>2257</b>	<b>100%</b>

➤ Conclusions

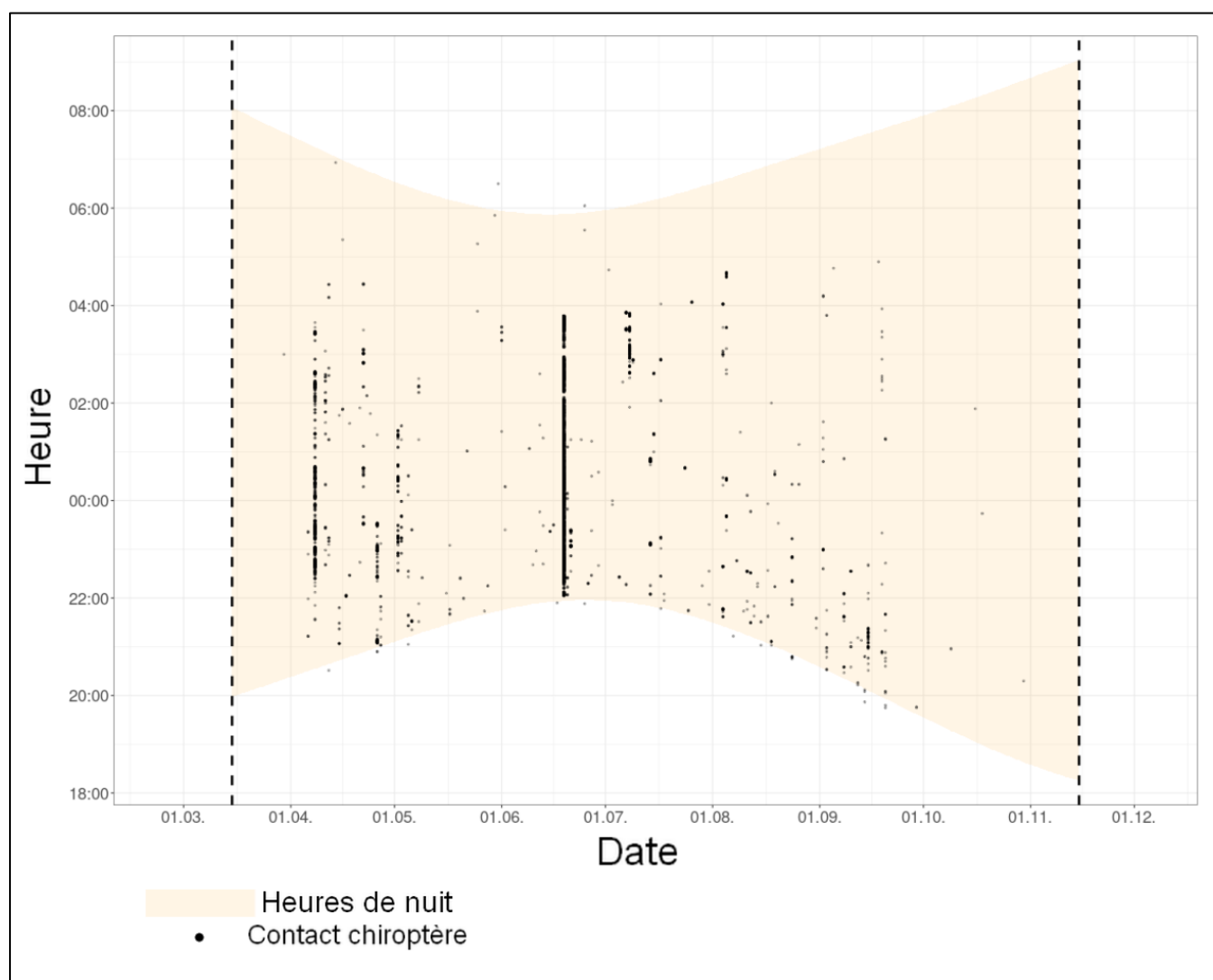
Les données montrent que l'activité se répartit de 8 à 34°C, les chauves-souris préférant surtout sortir entre 15 et 32°C, avec ou sans le pic.

Elles circulent donc préférentiellement pour des températures douces puisque 90,45 % des contacts totaux ont été enregistrés pour des températures comprises entre 11 et 24°C, ou 71,29% des contacts en excluant le pic.

Les données globales montrent que seuls 2 contacts ont été obtenus sous les 11°C, tandis qu'au-delà de 24°C se retrouvent tout de même 9,52% des contacts totaux (ou 28,62% sans le pic). On observe même des occurrences au-delà des 30°C. Les chauves-souris sont donc plus réfractaires au froid qu'à la chaleur.

## 2.7. Etude de l'activité chiroptérologique en fonction de la date, de l'heure et du coucher/lever du soleil

Figure 32 : Représentation graphique de l'activité des chiroptères enregistrée en fonction du cycle circadien. (avec l'heure en ordonnée et la date en abscisse)



Nous y observons une activité globalement plus concentrée lors des heures qui suivent le coucher du soleil. Néanmoins, l'activité reste régulièrement soutenue jusqu'en milieu de nuit, cette dernière chutant alors jusqu'au lever du soleil. Notons également l'activité forte relevée les nuits du 08 avril et du 19 juin 2020, bien visible sur le graphique ci-dessus.

## Conclusions de l'étude chiroptérologique

Sept espèces exploitent l'espace situé autour du rotor de l'éolienne E05 sur laquelle l'appareil SM4Bat a été installé, ce qui représente une diversité plutôt élevée pour des résultats en altitude. Il s'agit surtout des espèces les plus sujettes aux collisions et aux effets de barotraumatisme avec les éoliennes de par leur biologie, c'est-à-dire celles migratrices ou capables de s'éloigner des éléments arborés dans le cadre de leur chasse ou de leur transit.

Aucune étude chiroptérologique n'avait été faite au moment de la réalisation de l'étude d'impact initiale en 2002 par Nordex, EURO2C et les Naturalistes Orléanais, ne permettant alors aucune comparaison. Un suivi a par la suite été réalisé par Calidris en 2017/2018 et n'a pas permis la découverte de cadavres de chauves-souris, entraînant la définition d'enjeux localement faibles pour ce taxon. Enfin, l'étude au sol, réalisée par nos soins en 2020 et présentée dans ce document, montrait bien la présence de la Pipistrelle commune, de la Pipistrelle de Kuhl et de la Pipistrelle de Nathusius, accompagnées selon la saison du Murin de Daubenton et de l'Oreillard gris.

L'activité enregistrée en altitude renseigne cependant sur une présence ponctuellement très élevée des chiroptères à proximité immédiate des éoliennes, avec notamment un pic d'activité intense de la Pipistrelle commune en phase de mise-bas.

D'un point de vue spécifique, la **Noctule commune**, la **Noctule de Leisler** et la **Pipistrelle de Nathusius**, migratrices, ont été détectées. Un couloir de migration local des noctules a été mis en évidence grâce à l'observation de l'augmentation de fréquentation de ces deux espèces qui migrent dès le début du mois d'août et ce jusqu'à mi voire fin-septembre. Leur activité traduit bien l'existence de voies de migration, mais celles-ci restent peu marquées et ne sont donc qualifiées que de tertiaires.

La Pipistrelle de Nathusius s'observe chaque saison, sans que sa présence ne soit particulièrement marquée. Sa migration est tout de même avérée, et un couloir de migration également qualifié de tertiaire pour l'espèce se dessine au niveau du parc éolien suivi en automne. Son occupation reste irrégulière. Comme les noctules, elle peut dans le cadre de son transit s'élever à de grandes altitudes et être victime des pales en fonctionnement. Sa présence était attendue suite à l'étude bibliographique disponible en région.

La **Pipistrelle commune** est également capable de voler haut et n'hésite pas à survoler les espaces ouverts, mais est tout de même moins réputée migratrice que les trois autres espèces citées précédemment. Elle est très présente, notamment au printemps et en été, ce qui indique qu'un ou des gîtes de mise bas de l'espèce peuvent exister dans les environs, augmentant très fortement les risques de collision de l'espèce en été. Son occupation est régulière, pouvant être ponctuellement supérieure sans pour autant être prévisible.

La Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle pygmée et la **Sérotine commune** sont moins présentes, et leur passage en altitude reste alors anecdotique. La Pipistrelle de Kuhl a cependant montré un pic élevé de fréquentation en été qui démontre une certaine capacité de l'espèce à investir l'espace en cas d'augmentation de la ressource alimentaire, laissant supposer une occupation potentiellement marquée des environs. La détection de la Pipistrelle pygmée et de la Sérotine commune est très occasionnelle et n'entraîne pas la définition d'enjeux particuliers.

La corrélation du vent avec l'activité chiroptérologique démontre qu'une majorité des contacts a été obtenue pour des vitesses de vent inférieures ou égales à 6 m/s et des températures supérieures à 15°C.

## Partie 4 : Etude de la mortalité

### 1. Matériels et méthodes

Les suivis de mortalité sur les parcs éoliens ne permettent pas de relever tous les cadavres victimes de collision ou de barotraumatisme avec les aérogénérateurs. Ils ne sont pas exhaustifs. La présente étude vise donc à estimer le nombre de chauves-souris et d'oiseaux victimes des éoliennes au cours d'une période donnée (exprimée en nombre d'individus/éolienne/pas de temps). Afin d'obtenir la valeur la plus représentative possible, une évaluation de différents facteurs requis par les équations de calculs demeure nécessaire.

#### 1.1. Recherche des cadavres

##### 1.1.1. Effort de surveillance

Le suivi de mortalité s'est déroulé entre le 12 mai et le 9 octobre 2020 pour un total de 20 journées de prospection auxquelles se sont ajoutés des jours de contrôle de la persistance des cadavres et les tests de détection.

Les prospections ont débuté après le lever du soleil, quand la lumière permet de distinguer les éventuels cadavres victimes de collision/barotraumatisme.

Figure 33 : Calendrier des passages de prospection

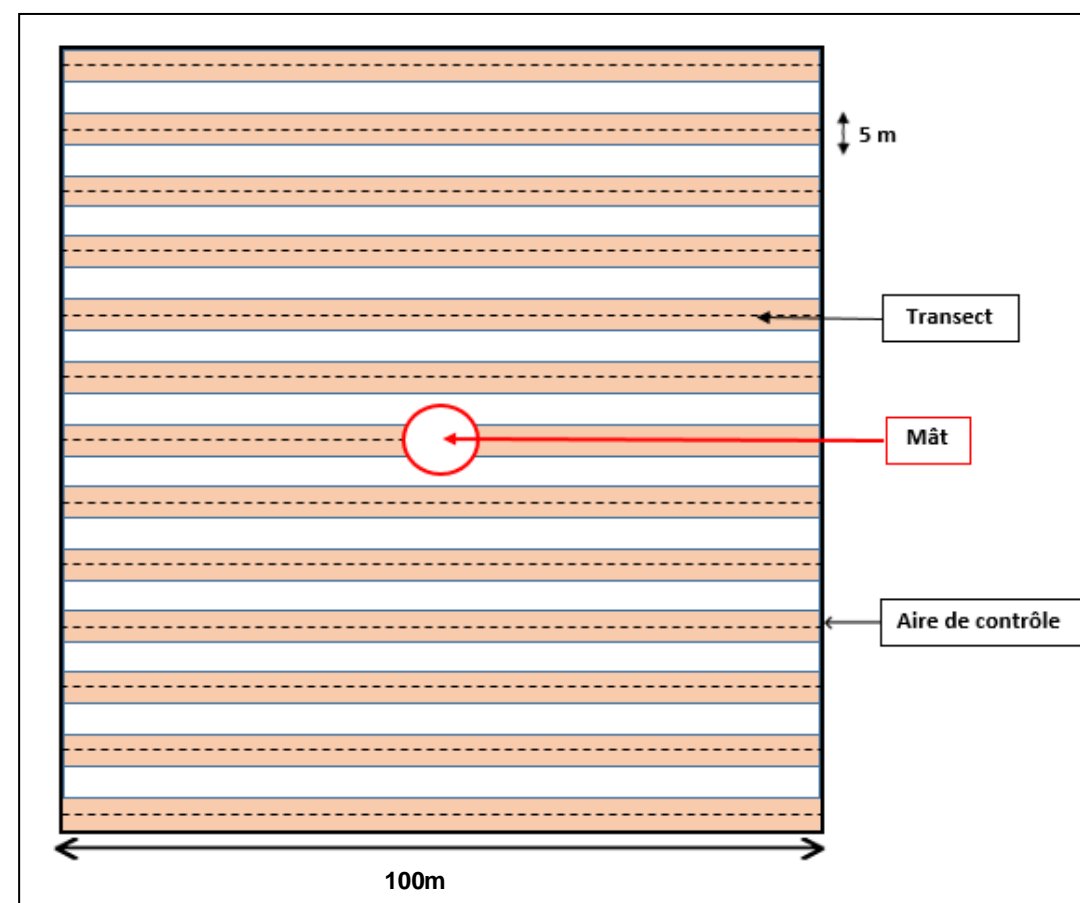
Thèmes d'étude	Période des passages	Intervalle moyen entre 2 passages	Nombre de passages
Période estivale	Du 12 mai au 12 juin 2020	3,40 jours	10
Période automnale	Du 8 septembre au 9 octobre 2020	3,40 jours	10

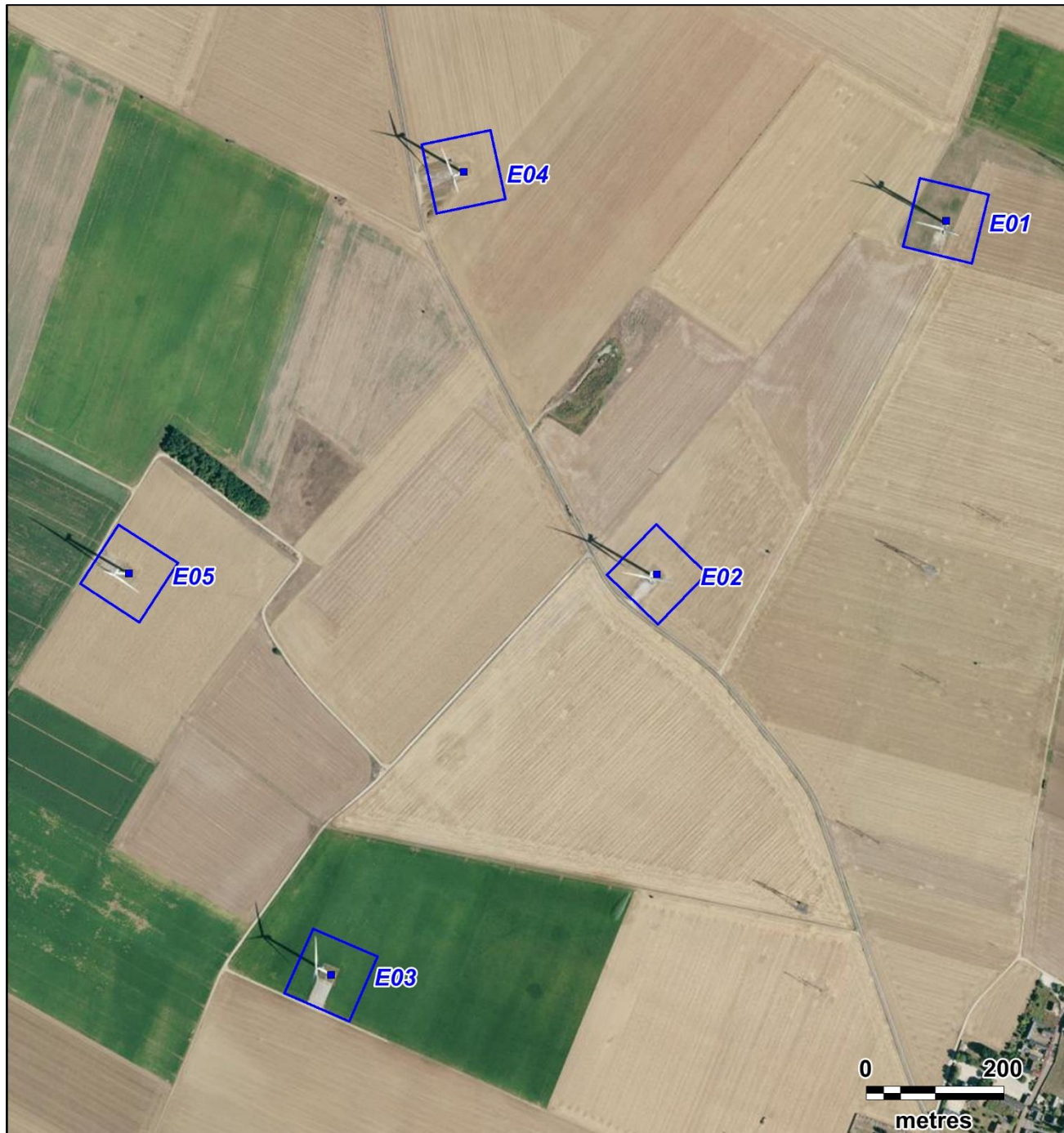
##### 1.1.2. Surfaces et transects de prospection

L'étude de la mortalité s'est traduite par des recherches à vue autour des éoliennes. Le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, révisé en 2018, a été utilisé. A savoir, en réalisant des transects de prospection d'un minimum d'éloignement de 50 mètres du mât (carré de 100 m de côté). Cette distance correspond au diamètre des pales (90 mètres dans le cas présent) avec un minimum de 100m, et permet de couvrir au mieux la surface possible de chute des cadavres. Des transects ont été délimités sous chaque éolienne, chacun d'entre eux étant parcouru d'un pas lent et régulier de manière à couvrir une bande de 5 mètres de large. Toutes les éoliennes ont été contrôlées.

La figure suivante illustre les transects parcourus autour d'une éolienne.

Figure 34 : Illustration d'une aire de contrôle et des transects parcourus autour d'une éolienne





#### Légende

##### Parc éolien :

- Eoliennes du Bois Clergeons

##### Protocole :

- Zones de recherches de mortalité

### 1.1.3. Compilation des données

La position du cadavre (coordonnées GPS, orientation par rapport à l'éolienne, distance du mât), son état (cadavre frais, vieux de quelques jours, en décomposition, restes...) ainsi que le type de blessures et l'habitat où il a été trouvé ont été notés, photographiés et cartographiés. Pour chaque carcasse trouvée, les données suivantes ont été consignées :

- Date ;
- Éolienne ;
- Observateur ;
- Nom de l'espèce ;
- État du cadavre (frais, avancé, décomposé, sec) ;
- Cause présumée de la mort ;
- Type d'habitat entourant le cadavre ;
- Latitude et longitude (Lambert 93) ;
- Distance entre le cadavre et l'éolienne.

### 1.1.4. Algorithmes d'estimation du taux de mortalité

- **Indice d'Erickson (2000) :**

Cet indice intègre dans le calcul une durée de persistance moyenne des cadavres. Cette formule possède l'avantage de fonctionner même lorsque le taux de persistance vaut 0 (c'est à dire, même si les cadavres déposés disparaissent avant le passage suivant, LPO Drôme). La formule est la suivante :

$$N = \left( \frac{I \times C}{\bar{t} \times Z} \right) \times A$$

Avec :

$N$  : Nombre estimé de cadavres

$I$  : Durée de l'intervalle de temps, équivalent à la fréquence de passage (en jours)

$C$  : Nombre de cadavres comptés

$Z$  : Efficacité de l'observateur ou le taux de détection

$\bar{t}$  : Durée moyenne de persistance d'un cadavre en jours tel que :

$$\bar{t} = \frac{\sum(\text{nombre de cadavres restants } J + x \times x)}{\text{Nombre de cadavres au départ}}$$

$A$  : Coefficient de correcteur surfacique tel que :

#### Carte 4 : Cartographie des aires de contrôle autour des éoliennes

*Taux de prospection*

- **Indice de Jones (2009) :**

L'indice de Jones admet plusieurs postulats pour le calcul. Il considère que le taux de mortalité est constant sur l'intervalle de temps considéré, que la durée de persistance d'un cadavre suit une loi exponentielle négative et que la probabilité de disparition moyenne est identique, quel que soit le moment au cours du temps (LPO Drôme). Le taux de persistance  $P$  devient alors :



$$P = \exp(-0.5 \times I/\bar{t})$$

Ce qui donne :

$$N = \left( \frac{C}{Z \times \exp(-0.5 \times I/\bar{t}) \times \hat{e}} \right) \times A$$

Est également rajouté le terme d'intervalle effectif, puisque plus l'intervalle est long, plus le taux de persistance est faible. Cet intervalle effectif, noté  $\hat{I}$ , correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance  $P$  est inférieur à 1%. On notera que, dans l'équation,  $I$  prendra la valeur minimale entre  $I$  et  $\hat{I}$ .

Avec :

$$\hat{I} = -\log(0.01) \times \bar{t}$$

$\hat{e}$  : Coefficient correcteur de l'intervalle :  $\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

- **Indice de Huso (2010) :**

Tout en gardant l'hypothèse de Jones que la mortalité est constante au cours du temps, il considère que la probabilité de disparition à la moitié de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre  $p$  (LPO Drôme). On notera que dans l'équation,  $I$  prendra la valeur minimale entre  $I$  et  $\hat{I}$ .

Ce qui donne :  $P = \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I}$

Et donc :

$$N_{\text{estimé}} = \left( \frac{C}{Z \times \frac{\bar{t} \times (1 - \exp^{-I/\bar{t}})}{I} \times \hat{e}} \right) \times A$$

## 1.2. Détermination des coefficients de correction

### 1.2.1. Tests de persistance des cadavres ( $\bar{t}$ )

Un test de persistance a été réalisé par saison étudiée. Au total pour les deux tests, 30 cadavres de souris ont été déposés sous les éoliennes du parc éolien du Bois Clergeons (5 cadavres sous 3 éoliennes, à chaque saison d'étude). Chaque carcasse déposée a fait l'objet d'une localisation par GPS et a été cherchée lors des trois jours suivants le dépôt puis lors de chaque passage de prospection jusqu'à disparition.

On suppose que le taux de persistance est constant sur la saison.

#### Taux de persistance des cadavres :

$$\bar{t} = \frac{\sum(\text{nombre de cadavres restants à } J + x \times x)}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$$

Figure 35 : Tableau de calcul des durées de persistance par éolienne

Saisons	Dates de prospection		Éoliennes					Total/Moyenne
			E01	E02	E03	E04	E05	
Été	Souris déposées	12/05/2020	5		5		5	15
		13/05/2020	5		5		1	11
	Souris retrouvées	14/05/2020	3		3		0	6
		15/05/2020	0		3		0	3
		18/05/2020	0		2		0	2
		22/05/2020	0		1		0	1
		<b>Durée de persistance <math>\bar{t}</math></b>	<b>2,20</b>		<b>8,40</b>		<b>1,00</b>	<b>3,87</b>
Automne	Souris déposées	08/09/2020	5	5			5	15
		09/09/2020	3	5			0	8
		10/09/2020	1	5			0	6
	Souris retrouvées	11/09/2020	0	5			0	5
		15/09/2020	0	4			0	4
		18/09/2020	0	0			0	0
		<b>Durée de persistance <math>\bar{t}</math></b>	<b>1,00</b>	<b>11,60</b>			<b>0,00</b>	<b>4,20</b>

### 1.2.2. Tests d'efficacité des observateurs (Z)

Un test d'efficacité des observateurs a été réalisé à chaque saison.

Il permet de déterminer le taux de découverte des cadavres. L'objectif de cette démarche est d'estimer le pourcentage de chauves-souris ou d'oiseaux morts ayant échappé à la vue de l'observateur pour avoir une idée de leur efficacité.

<b>Coefficient d'efficacité de l'observateur :</b>	
$Z = \frac{\text{Nombre de cadavres retrouvés}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$	

L'efficacité des observateurs peut être influencée par plusieurs éléments :

- La composition du couvert végétal, sa hauteur et sa densité.
- La structure du sol (plateforme bétonnée, culture humide...).
- Les conditions météorologiques.
- L'expérience et la condition physique de l'observateur (qualité d'observation, fatigue, motivation, concentration).

À chaque test d'efficacité des observateurs, cinq cadavres de souris ont été disposés aléatoirement dans les aires de contrôle de deux des cinq appareils, choisis de manière à obtenir un échantillon représentatif des différents habitats couvrant les surfaces de prospection. Les coordonnées GPS de chaque souris déposée ont été systématiquement relevées afin de pouvoir retrouver les individus non observés au terme du test. Immédiatement après le dépôt des cadavres de souris par l'enquêteur A, l'enquêteur B a effectué son protocole de prospection habituel en signalant sa découverte ou non des carcasses tests.

Figure 36 : Tableau de calcul du taux de découverte des cadavres par éolienne et par saison

Saisons	Dates de prospection		Éoliennes					Total/Moyenne
			E01	E02	E03	E04	E05	
Été	Souris déposées	12/05/2020	5		5		5	15
	Souris retrouvées		4		2		3	9
	<b>Taux de découverte des cadavres (Z)</b>		0,80		0,40		0,60	0,60
Automne	Souris déposées	08/09/2020	5	5			5	15
	Souris retrouvées		3	4			4	11
	<b>Taux de découverte des cadavres (Z)</b>		0,60	0,80			0,80	0,73

### 1.2.3. Calcul du coefficient de correction surfacique (A)

En raison de la présence de cultures parfois très denses, les aires de contrôle définies sous chaque éolienne n'ont pas pu être entièrement prospectées. Un pourcentage de surface contrôlée, propre à chaque journée d'investigation et à chaque éolienne, a dans ce cas été déterminé, et l'indice de correction surfacique se base sur ce pourcentage de prospection.

Figure 37 : Surfaces prospectées autour des éoliennes

Saisons	Dates	Éoliennes					Saison / Moyenne
		E01	E02	E03	E04	E05	
		Surface prospectée en %					
Été	12/05/2020	25	20	20	60	80	41
	15/05/2020	25	20	20	60	30	31
	19/05/2020	25	20	20	60	80	41
	22/05/2020	25	20	20	60	80	41
	26/05/2020	25	20	20	60	80	41
	29/05/2020	25	20	20	60	80	41
	02/06/2020	25	20	20	60	80	41
	05/06/2020	25	20	20	60	80	41
	09/06/2020	25	20	20	60	25	30
	12/06/2020	25	20	20	60	25	30
<b>Taux de prospection moyen</b>		0,25	0,20	0,20	0,60	0,64	0,38
<b>Coefficient de correction surfacique (A)</b>		4	5	5	1,67	1,56	2,63
Automne	08/09/2020	100	100	100	100	25	85
	11/09/2020	100	100	100	100	25	85
	15/09/2020	100	100	100	60	25	77
	18/09/2020	100	100	100	100	25	85
	22/09/2020	100	100	100	100	25	85
	25/09/2020	100	100	100	100	25	85
	29/09/2020	100	100	100	100	25	85
	02/10/2020	100	100	100	100	25	85
	06/10/2020	100	100	100	100	100	100
	09/10/2020	100	100	100	100	100	100
<b>Taux de prospection moyen (%)</b>		1,00	1,00	1,00	0,96	0,40	0,87
<b>Coefficient de correction surfacique (A)</b>		1,00	1,00	1,00	1,04	2,5	1,15

### 1.3. Limites de l'étude de la mortalité

Il existe trois principaux facteurs qui mèneraient à une sous-estimation de la mortalité :

- La disparition des cadavres entre le moment où l'individu meurt et le moment de la recherche sur le terrain (prédation par les charognards, enfouissement par des insectes nécrophages et dégradation rapide). Ce taux de prédation dépend des saisons, des prédateurs présents, de leur spécialisation... **Ce biais est corrigé par l'utilisation d'un indice de persistance** (Figure 35).
- La difficulté à repérer les cadavres, en particulier pour les animaux de petite taille et pendant les périodes où la végétation est la plus haute.
- L'efficacité de l'observateur peut dépendre de la croissance de la végétation, des capacités de l'observateur, de sa fatigue, des conditions météorologiques... L'efficacité de l'observateur, liée à la recherche de leurres ici représentés par des souris, peut entraîner un biais. En effet, les détectabilités des espèces varient selon leur taille ou la couleur de leur pelage, tandis que les tests sont faits uniformément sur des cadavres de souris identiques. **Ce biais est ainsi corrigé par l'utilisation d'un indice d'efficacité de l'observateur « Z » intégré aux formules de calculs** (Figure 36).

La réduction ponctuelle de la surface de prospection en fonction des conditions locales (zones inondées, forte densité des cultures...). Cette variable dépend de la hauteur des cultures pratiquées et de la topographie du site. Les pratiques agricoles, auxquelles la plupart des habitats prospectés sont soumis, tendent vers une modification complète du milieu. L'étude de la persistance des cadavres peut donc être fortement biaisée par le labour, tandis que la recherche des cadavres peut s'avérer impossible pendant les périodes où les cultures sont hautes. **Ce biais est corrigé par l'utilisation d'un indice de correction surfacique** (Figure 37).

## 2. Résultats des expertises de terrain

### 2.1. Bilan des cadavres observés

À partir des 20 passages réalisés, 4 cadavres d'oiseaux et 1 cadavre de chauve-souris ont été découverts. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Figure 38 : Résultats des recherches de cadavres

Période	Dates	Espèces	Stade	Sexe	Éolienne
Été	15/05/2020	Pigeon ramier	Indéterminé	Indéterminé	E04
	15/05/2020	Pigeon ramier	Adulte	Indéterminé	E02
Automne	08/09/2020	Noctule de Leisler	Adulte	Indéterminé	E03
	11/09/2020	Faucon crécerelle	Indéterminé	Indéterminé	E02
	18/09/2020	Roitelet à triple bandeau	Adulte	Mâle	E02

Figure 39 : Illustrations de la Noctule de Leisler trouvée le 08/09 sous E03



Figure 40 : Illustration du fragment (aile) de Pigeon ramier retrouvé le 15/05/2020 sous E02



Figure 41 : Liste des oiseaux trouvés lors des prospections

Espèces	Nombre de cadavres	Liste rouge Centre <sup>2</sup>	Liste Rouge France			Liste Rouge Europe	Directive Oiseaux	Statut national
			N	H	DP			
Faucon crécerelle	1	LC	NT	NA	NA	LC	-	PN
Pigeon ramier	2	LC	LC	LC	NA	LC	OII ; OIII	GC
Roitelet à triple bandeau	1	LC	LC	NA	NA	LC	-	PN
<b>Total</b>	<b>4</b>							

**Définition des statuts de protection et de conservation :**

❖ Statut national

GC : gibier chassable  
 PN : protection nationale  
 EN : espèce classée nuisible

❖ Directive oiseaux

OI : espèce menacée ou vulnérable bénéficiant de mesures de protection (OI) ou espèce pouvant être chassée dans l'espace géographique d'application de la directive (OII/1)  
 OII : espèce pouvant être chassée seulement dans les états membres pour lesquels elle est mentionnée.  
 OIII : commerce et détention réglementés ou commerce et détention réglementés et limités ou espèce pour laquelle des études doivent déterminer le statut biologique et les conséquences de sa commercialisation (OIII/3)

❖ Liste rouge européenne, nationale et régionale

N : nicheur ; H : hivernant, DP : de passage

VU : Vulnérable (espèce dont le passage dans la catégorie des espèces en danger est jugé probable dans un avenir proche en cas de persistance des facteurs qui sont cause de la menace).

NT : Quasi-menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises).

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible).

NA : Non applicable. Espèce non soumise à évaluation car introduite dans la période récente (en général après 1500) ou présente dans la région considérée uniquement de manière occasionnelle ou marginale.

Parmi les espèces d'oiseaux trouvées sous les aérogénérateurs du parc éolien du Bois Clergeons, une seule est patrimoniale en raison de son statut de conservation défavorable (en **gras** dans le tableau précédent). Deux sont protégées en France. Le **Faucon crécerelle** représente ainsi l'unique espèce patrimoniale puisqu'il est quasi menacé et protégé en France. Le Roitelet à triple bandeau est protégé nationalement tandis que le Pigeon ramier est chassable.

Figure 42 : Sensibilité à l'éolien des espèces d'oiseaux trouvées sur le site

Espèces	Nombre de cadavres	Indice de vulnérabilité France <sup>3</sup>	Sensibilité à la perte d'habitat <sup>4</sup>	Sensibilité à la collision <sup>3</sup>
Faucon crécerelle	1	2,5	-	Très élevée
Pigeon ramier	2	0,5	-	Élevée
Roitelet à triple bandeau	1	1	-	Élevée

<sup>2</sup> UICN, CSRPN de la région Centre, 2013. Liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre 2013, 5p.

<sup>3</sup> Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, novembre 2015.

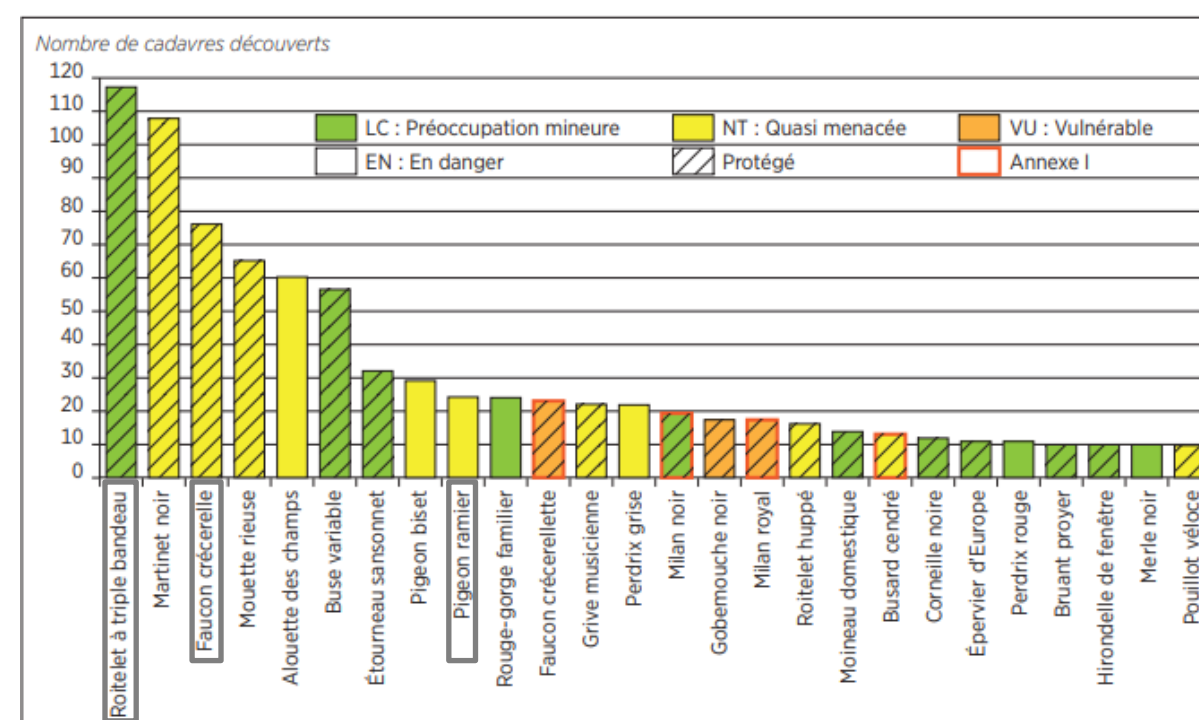
<sup>4</sup> Guide de préconisation pour la prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens – région Hauts de France – septembre 2017

Toutes les espèces victimes du parc éolien sont concernées par une sensibilité élevée ou très élevée à la collision. Le Faucon crécerelle présente les plus forts indices de sensibilité en raison de son absence de crainte vis-à-vis des éoliennes, voire même de son attrait pour celles-ci si elles lui offrent des opportunités de se percher (sur les rambardes des escaliers par exemple).

Viennent ensuite le Pigeon ramier et le Roitelet à triple bandeau qui présentent une sensibilité élevée aux effets de collision avec les éoliennes. En effet, ces espèces sont capables de s'élever, que ce soit grâce à leurs caractéristiques physiques (oiseaux plus gros, plus puissants comme le pigeon) ou de leurs mœurs (migration pour le roitelet).

Toutes les espèces trouvées correspondent à celles les plus communément victimes de l'éolien en Europe d'après la LPO<sup>5</sup> (Figure 43).

Figure 43 : Principales espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes d'après la LPO, 2019\*



\* Espèces encadrées concernées par l'étude

Figure 44 : Liste des chiroptères trouvés lors des prospections

Espèces	Nombre de cadavres	Liste rouge Centre <sup>6</sup>	Liste Rouge France	Directive HFF	Liste Rouge Europe	Statut juridique
Noctule de Leisler	1	NT	NT	IV	LC	PN
<b>Total</b>	<b>1</b>					

<sup>5</sup> ONCFS, LPO, 2019. Eoliennes & biodiversité, synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer, 122p.

<sup>6</sup> Plan d'actions Chiroptères en région Centre 2009-2013 – SNE

Figure 45 : Sensibilité à l'éolien des espèces de chiroptères trouvées sur le site

Espèces	Nombre de cadavres	Indice de vulnérabilité France <sup>7</sup>	Sensibilité au dérangement <sup>8</sup>	Sensibilité à la collision et au barotraumatisme <sup>8</sup>	Espèce prioritaire 2016/2025 <sup>8</sup>
Noctule de Leisler	1	3,5	-	Élevée	Oui

Toutes les espèces de chauves-souris sont strictement protégées en France, mais certaines présentent également des statuts de conservation défavorables. La **Noctule de Leisler** est ainsi quasi-menacée en France et en région Centre-Val de Loire. Elle est de plus qualifiée de migratrice, c'est-à-dire qu'elle effectue deux fois par an un long trajet entre ses zones d'hibernation et celles de reproduction (mise-bas). Cette caractéristique l'amène à voler haut sur des centaines de kilomètres, au-dessus de toutes sortes de milieux et durant de nombreux jours, augmentant ses probabilités de rencontrer des éoliennes en chemin.

Elle fait également partie des espèces les plus souvent retrouvées mortes lors des suivis (Figure 46). Sa conservation est prioritaire au sein du Plan National d'Action pour les chiroptères 2016-2025.

Figure 46 : Mortalité des chiroptères en Allemagne et en Europe hors Allemagne (T. Dürr 2010).

Bat species	Number of dead bats (%)		Glint detection
	Germany	Europe excluding Germany	
	'High-risk'		
<i>Nyctalus noctula</i>	374 (34.2)	16 (3.7)	Yes
<i>N. leisleri</i>	52 (4.8)	28 (6.4)	Yes
<i>Pipistrellus nathusii</i>	284 (26.0)	62 (14.2)	Yes
<i>P. pipistrellus</i>	230 (21.0)	140 (32.1)	Yes
<i>P. pygmaeus</i>	21 (1.9)	15 (3.4)	Yes
<i>Vespertilio murinus</i>	44 (4.0)	3 (0.7)	Yes
<i>Eptesicus serotinus</i>	25 (2.3)	15 (3.4)	Yes
<i>E. nilssonii</i>	2 (0.2)	8 (1.8)	Yes
	'Low-risk'		
<i>Myotis myotis</i> *	2 (0.2)	1 (0.2)	No
<i>M. dasycneme</i> *	1 (0.1)	0	No
<i>M. daubentonii</i>	3 (0.3)	2 (0.5)	No
<i>M. brandtii</i>	1 (0.1)	0	No
<i>M. mystacinus</i>	2 (0.2)	0	No
<i>M. nattereri</i>	0	0	No
<i>M. bechsteinii</i> *	0	1 (0.2)	No
<i>M. emarginatus</i> *	0	0	No
<i>Plecotus austriacus</i>	6 (0.5)	1 (0.2)	No (Yes?)
<i>P. auritus</i>	3 (0.3)	0	No
<i>Barbastella barbastellus</i> *	0	1 (0.2)	Yes?
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> *	0	0	No
<i>R. hipposideros</i> *	0	0	No
Unidentified species	41 (3.8)	131 (30.0)	
Total	1,092 (100.0)	436 (100.0)	

\* — Species that are considered endangered, vulnerable or near threatened at the European level or that are listed in Annexes II or IV of the Habitats Directive (Temple and Terry, 2007)

<sup>7</sup> Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, novembre 2015.

Figure 47 : Localisation des cadavres par rapport au mât

Dates	Identifiants	Espèces	Éolienne	Distance au mât (m)	État global
15/05/2020	PR	Pigeon ramier	E04	49	Fragmenté, sec
15/05/2020	PR2	Pigeon ramier	E02	59	Fragmenté, sec
08/09/2020	NL	Noctule de Leisler	E03	51	Entier, sec
11/09/2020	FC	Faucon crécerelle	E02	54	Squelette
18/09/2020	RT	Roitelet à triple bandeau	E02	45	Frais, entier

<sup>8</sup> Guide de préconisation pour la prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens – région Hauts de France – septembre 2017



## 2.2. Estimation de la mortalité

Le tableau ci-dessous présente les résultats des recherches de mortalité pour le parc étudié suivant les formules d'Erickson, Jones et Huso.

Les estimations sont données en nombre de cadavres par éolienne pour la période suivie.

Notons que lorsqu'aucun cadavre n'a été détecté au cours de nos prospections, le **N estimé** n'est pas calculable. Pour autant, cela ne signifie pas qu'aucun individu n'a été tué au cours de la saison par l'éolienne concernée. Une moyenne globale de mortalité attendue par éolienne par année sera discutée dans les analyses.

Figure 48 : Résultats des estimations de mortalité oiseaux (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)

Période	Variables	E01	E02	E03	E04	E05
Été	C	0	1	0	1	0
	Z	-	0,60	-	0,60	-
	I	-	3,40	-	3,40	-
	î	-	7,73	-	7,73	-
	ê	-	1,00	-	1,00	-
	t	-	3,87	-	3,87	-
	A	-	5,00	-	1,67	-
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	0,29	-	0,88	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	0,52	-	1,55	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	0,50	-	1,50	-
Automne	C	0	2	0	0	0
	Z	-	0,73	-	-	-
	I	-	3,40	-	-	-
	î	-	8,40	-	-	-
	ê	-	1,00	-	-	-
	t	-	4,20	-	-	-
	A	-	1,00	-	-	-
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	2,21	-	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	4,09	-	-	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	3,98	-	-	-

Exemple de lecture : l'éolienne E04 tuerait 1,50 oiseaux sur la période suivie en été (d'après Huso).

Figure 49 : Résultats globaux de mortalité relatifs aux oiseaux

Période	Variables	E01	E02	E03	E04	E05
Ensemble de la période d'étude	C	0	3	0	1	0
	Z	-	0,67	-	0,67	-
	I	-	3,40	-	3,40	-
	î	-	8,07	-	8,07	-
	ê	-	1,00	-	1,00	-
	t	-	4,03	-	4,03	-
	A	-	3	-	1,315	-
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	1,26	-	0,96	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	2,29	-	1,74	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	2,22	-	1,69	-

Figure 51 : Résultats globaux de mortalité relatifs aux chiroptères

Période	Variables	E01	E02	E03	E04	E05
Ensemble de la période d'étude	C	0	0	1	0	0
	Z	-	-	0,67	-	-
	I	-	-	3,40	-	-
	î	-	-	8,07	-	-
	ê	-	-	1,00	-	-
	t	-	-	4,03	-	-
	A	-	-	3	-	-
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	-	0,42	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	-	0,76	-	-
	Huso N <sub>estimé</sub>	-	-	0,74	-	-

Figure 50 : Résultats des estimations de mortalité chiroptères (en nombre de cadavres/éolienne pour la période étudiée)

Période	Variables	E01	E02	E03	E04	E05
Été	C	0	0	0	0	0
	Z	-	-	-	-	-
	I	-	-	-	-	-
	î	-	-	-	-	-
	ê	-	-	-	-	-
	t	-	-	-	-	-
	A	-	-	-	-	-
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-
Huso N <sub>estimé</sub>	-	-	-	-	-	
Automne	C	0	0	1	0	0
	Z	-	-	0,73	-	-
	I	-	-	3,40	-	-
	î	-	-	8,40	-	-
	ê	-	-	1,00	-	-
	t	-	-	3,40	-	-
	A	-	-	1	-	-
	Erickson N <sub>estimé</sub>	-	-	1,10	-	-
	Jones N <sub>estimé</sub>	-	-	2,04	-	-
Huso N <sub>estimé</sub>	-	-	1,99	-	-	

- = Non estimable

Exemple de lecture : l'éolienne E03 tuerait 1,99 chauves-souris sur la période suivie en automne (d'après Huso).

### 3. Analyse des résultats et discussion

#### 3.1. Analyse des résultats des tests

##### 3.1.1. Test observateur

Le test lié à l'efficacité de l'observateur est généralement mis en place deux fois par an (une fois au printemps et une fois à l'automne) de manière à s'adapter aux variations liées aux conditions météorologiques et à l'évolution des supports (hauteur de la végétation, état du sol...). Dans le cas du suivi du parc étudié, deux tests ont été réalisés au début des deux saisons étudiées, à savoir la période nuptiale et la période de migration postnuptiale (nommées la mise bas et les transits automnaux chez les chiroptères). Pour rappel, cinq souris ont été placées au sein des carrés de prospection de deux des cinq éoliennes par une personne A, et une personne B a effectué ses transects de recherche en essayant de les repérer comme elle repérerait un cadavre. Le taux d'efficacité de l'observateur est globalement moyen, lors des deux saisons (60% en été et 73% en automne). La végétation trop haute, trop dense, ou les conditions météo défavorables peuvent être à l'origine d'une variation des résultats.

##### 3.1.2. Test de persistance

Lors des trois jours suivants puis à nouveau lors de chaque passage de prospection, l'observateur a tenté de retrouver les souris tests grâce à leurs positions GPS. En règle générale, les cadavres disparaissent rapidement, que ce soit à cause de la prédation (par les renards, les rapaces, les corvidés, ou par l'attaque par les insectes nécrophages) ou éventuellement à cause des passages des engins agricoles dans les champs. En moyenne, environ la moitié des cadavres disparaissent dès les premières 24 heures d'après la bibliographie. Dans le cadre des aérogénérateurs suivis du parc éolien du Bois Clergeons, la durée de persistance des cadavres est variable entre les périodes de nidification et de migrations postnuptiales.

En période nuptiale, dès le lendemain du dépôt, il restait encore 73,33% des dépouilles contre plus que 53,33% en automne. A J+2, le taux de persistance en été baisse encore de 47% contre 25% en automne, puis à J+3, le taux de persistance passe à 20% pour l'été et à 33,33% pour l'automne. Une seule dépouille était encore présente en été à J+5 (n'étant cependant plus appétente, les tissus mous ayant disparu) tandis qu'en automne, il ne restait plus rien à J+5. En découlent des taux de persistance moyens assez proches.

Des empreintes de renards ont été relevées sur le site, et la présence de corneilles, corbeaux, rapaces et insectes nécrophages augmente la probabilité qu'un cadavre disparaisse rapidement. A noter que le taux de persistance est également variable d'une éolienne à l'autre mais qu'une moyenne a été utilisée pour les calculs en raison du caractère aléatoire de la prédation et du travail du sol, qui peut aussi bien survenir sur une éolienne plutôt qu'une autre.

##### 3.1.3. Pourcentage de prospection et taux de correction de surface

De manière globale, se trouve sous une éolienne :

- une partie gravillonnée correspondant au chemin d'accès et à la plateforme,
- une zone de terre meuble et une zone enherbée en friche se situant autour des fondations, souvent constituée de graminées plus ou moins hautes selon l'entretien,

- une zone d'activité agricole.

Les parties gravillonnées offrent une visibilité maximale (sol nu), tandis que les zones de friches, si elles ne sont pas entretenues, en offrent une plutôt médiocre. Si le surplomb de l'éolienne concerne des zones boisées, il est impossible de les prospector. La valeur du taux de prospection est donc spécifique à une éolienne pour une période donnée, ici : la saison.

Dans le cas du parc éolien du Bois Clergeons, les cinq éoliennes se situent en plein champ. Théoriquement, l'entière étendue des carrés de prospection (1 hectare par machine) peut être parcourue. Cependant, les variétés cultivées à certains endroits, comme le blé ou la betterave, peuvent rendre la parcelle inaccessible. C'est pourquoi un indice de correction de surface (A) propre à chaque éolienne a été intégré dans tous les calculs. Au plus la surface réellement prospectée s'approche de la surface théorique, au plus les estimations sont précises, et au plus la surface prospectée est faible, au plus le risque d'erreurs par surestimation du calcul est grand.

En été et en automne, en raison de l'activité agricole des parcelles, une partie de la zone potentielle de chute des animaux tués par les éoliennes était parfois inaccessible. La surface prospectée s'est donc réduite à la partie gravillonnée, à la zone enherbée et aux parties labourées, réduisant parfois le pourcentage de parcelle réellement prospecté.

#### 3.2. Analyse des cadavres

Figure 52 : Tableau de synthèse des cadavres observés

Espèces	Sexe	Stade	Cause supposée	Éolienne	Distance au mât (m)
Pigeon ramier	Indéterminé	Indéterminé	Collision	E04	49
Pigeon ramier	Indéterminé	Adulte	Collision	E02	59
Noctule de Leisler	Indéterminé	Adulte	Barotraumatisme	E03	51
Faucon crécerelle	Indéterminé	Indéterminé	Collision	E02	54
Roitelet à triple bandeau	Mâle	Adulte	Barotraumatisme	E02	45

##### 3.2.1. Age et sexe

Les mesures prises sur les cadavres en bon état tendent à démontrer que les individus trouvés étaient majoritairement des adultes. Quand seuls des fragments ont été découverts, l'analyse a été impossible à réaliser.

Déterminer le sexe est compliqué, notamment chez les oiseaux lorsque le dimorphisme sexuel par les couleurs est très peu marqué. Le Roitelet à triple bandeau mâle a pu être identifié grâce à son plumage caractéristique.

Pour les chauves-souris, le sexe est plus facile à identifier que pour les oiseaux, mais la dégradation rapide des tissus mous nuit souvent à la visibilité. La Noctule de Leisler découverte était déjà très sèche, empêchant toute analyse plus poussée.



### 3.2.2. Causes présumées de la mort

D'une manière générale, les oiseaux meurent souvent d'une collision avec les pales ou le mât, tandis que les chiroptères succombent aux effets d'un barotraumatisme. Les grands oiseaux présentent souvent des traces d'impacts comme des fractures, et il est fréquent de retrouver les dépouilles en plusieurs morceaux. Les chiroptères sont au contraire plutôt en très bon état de conservation au moment de leur découverte, indiquant qu'ils ont probablement succombé aux dégâts internes liés aux effets du barotraumatisme.

Des prédateurs naturels comme les renards ou les rapaces nocturnes et diurnes peuvent avoir soustrait ou abimé les cadavres, tandis que les mouches, asticots ou fourmis ont très certainement contribué à la dégradation des corps retrouvés.

Le passage d'engins agricoles peut également ensevelir ou disperser les corps. Des chiroptères ont ainsi porté des traces d'écrasement par des véhicules.

### 3.2.3. Distance au mât

La distance moyenne au mât calculée est de 51,6 mètres. Il est difficile de tirer de quelconques conclusions sur la distance de projection des corps, d'autant que la visibilité sur la plateforme est supérieure à celle des cultures, ce qui biaise les résultats.

### 3.2.4. Patrimonialité des espèces

Le **Faucon crécerelle** constitue l'espèce de plus haut niveau patrimonial découvert sous les éoliennes du Bois Clergeons. En effet, ce rapace protégé en France est considéré quasi menacé. Les habitats immédiats entourant les éoliennes lui sont plutôt favorables, notamment grâce à l'existence de bosquets suffisamment denses pour abriter sa reproduction. L'espèce nidifie donc dans les arbres, et prospecte les cultures alentours, friches et autres milieux ouverts riches en micromammifères pour son alimentation. L'unique cadavre découvert, au regard de la pression de fréquentation probablement élevée du rapace, indique un risque relativement faible de menace pour cette espèce, toutefois à prendre en compte dans la gestion du parc.

Vient ensuite le Roitelet à triple bandeau, protégé en France.

Enfin, le **Pigeon ramier** est chassable sur le territoire national, et nullement menacé. Bien que des populations déjà conséquentes sont résidentes en France, c'est-à-dire présentes toute l'année, le Pigeon ramier peut également être migrateur. Cela signifie que de nombreux individus viennent grossir les effectifs nationaux à chaque période de migration, entraînant alors une fréquentation encore plus assidue du territoire et augmentant les probabilités de collision. Il est impossible de définir l'individu trouvé sous les éoliennes était migrateur ou sédentaire. De plus, cet oiseau présente les capacités physiques pour voler à hauteur de pales et sa tendance à se regrouper augmente encore les risques de se faire percuter en passant au sein de la fenêtre de rotation. Aucun effet délétère dû au fonctionnement du parc éolien du Bois Clergeons n'est attendu sur cette espèce abondante et commune.

Toutes les espèces de chiroptères sont protégées, et la grande majorité est également menacée en France. La **Noctule de Leisler** est typiquement migratrice, ce qui, comme pour les oiseaux, augmente les risques de collision ou de barotraumatisme. En effet, cette espèce peut effectuer de longs déplacements, dépassant parfois les 1 000 kilomètres, pour relier ses gîtes de mise-bas et ceux d'hibernation. Elle survole alors toutes sortes de milieux (dégagés, fermés, urbanisés...) et s'élève parfois à des altitudes dépassant même la hauteur totale des éoliennes. Elle est particulièrement vulnérable à l'activité éolienne en raison de son indifférence à survoler les espaces cultivés quand d'autres (murins, rhinolophes, oreillards...) préfèrent se cantonner aux abords des habitats arborés.

Des effets délétères peuvent rapidement avoir lieu sur la conservation des populations de chauves-souris qui ne produisent souvent qu'un petit par an.

### 3.3. Analyse des calculs de mortalité

#### 3.3.1. Note sur les méthodes utilisées

D'après une étude menée en région Rhône-Alpes<sup>9</sup> qui s'est penchée sur la justesse des différentes méthodes de calcul, il semblerait que l'indice d'Erickson ne soit pas pertinent lorsque la durée de persistance est trop élevée. Les méthodes de Jones et de Huso, qui fonctionnent à chaque fois, seraient les plus proches de la réalité.

Une étude menée par la LPO Vendée<sup>10</sup> confirme le choix de l'utilisation de cet indice, tandis que la LPO France préfère faire une moyenne des 4 indices calculés. Nos analyses présenteront donc 3 indices, et les conclusions seront basées sur les calculs selon Huso.

#### 3.3.2. Analyse temporelle des résultats

Figure 53 : Mortalité temporelle globale estimée pour le parc entier.

Méthode		Avifaune		Chiro		Total	
		Été	Automne	Été	Automne	Été	Automne
Cadavres trouvés		2	2	-	1	2	3
Estimations	Erickson	1,17	2,21		1,10	1,17	3,38
	Jones	2,07	4,09		2,04	2,07	6,13
	Huso	2,00	3,98		1,99	2,00	5,98

Au total, 5 cadavres ont été trouvés sous 3 des 5 éoliennes du parc éolien étudié, dont 3 cadavres l'automne. Les recherches à vue ne permettant pas de détecter tous les cadavres réellement présents, des indices de corrections sont utilisés et amènent parfois à des surestimations de mortalité. Cela peut s'expliquer par :

- des biais occasionnés par le protocole (les transects sont éloignés d'environ 5 mètres, ce qui est suffisant pour avoir une bonne appréciation visuelle du sol mais ne permet pas d'observer chaque mètre carré avec précision),
- des variations d'efficacité de l'observateur (ici, l'efficacité est de 67%, ce qui prouve que certains cadavres bien présents peuvent passer inaperçus), généralement causées par une fluctuation de la hauteur des cultures et donc de la visibilité du sol,
- des variations dans les surfaces réellement prospectées par rapport à celles théoriques (62,5% des parcelles prospectées dans notre cas),
- une durée de persistance variable, reflet de la prédation qui s'opère sur le secteur qui fait disparaître des dépouilles avant qu'elles ne puissent être trouvées.

Ces données entrent toutes dans les équations de calcul des différents estimateurs, et entraînent des variations dans les résultats. Dans le cas de l'étude des éoliennes de Leury, la surestimation estivale vient principalement de la faible durée de persistance mesurée et de la surface de prospection souvent réduite.

Il existe également de vraies différences d'activité des individus qui peuvent être responsables du nombre de morts occasionné par les éoliennes en fonction de la saison :

#### ➤ Oiseaux

Au printemps, la migration **aviaire** est réputée diffuse, les individus remontant vers leurs lieux de reproduction en répondant à un appel biologique qui leur est propre, afin de trouver un partenaire et de s'installer de manière territoriale. À l'automne, c'est l'arrivée du froid qui cadence le départ des populations, qui ont tendance à se regrouper en colonies pour passer l'hiver entourées de leurs congénères. Les groupes circulent donc plus massivement et de manière plus ordonnée, dessinant des couloirs bien définis qui sont alors les plus à risques. Lors des périodes de migration active, les individus volent également davantage aux hauteurs de pales qu'en été ou hiver, et sont donc plus à même de percuter les éoliennes. En outre, les éoliennes se situent généralement dans des couloirs où les vents sont forts, et ce sont également ces couloirs qui sont utilisés par l'avifaune migratrice pour se faire porter, et ainsi limiter les dépenses énergétiques.

#### ➤ Chiroptères

Pour les **chiroptères**, au printemps, les individus sortent peu à peu de leur sommeil en fonction du retour des températures douces et donc du réveil de leurs proies (insectes notamment). Cette sortie de gîte hivernal ressemble à la migration pré-nuptiale des oiseaux, c'est-à-dire qu'elle s'opère graduellement selon les espèces et leurs exigences, les individus se dirigeant ensuite vers leurs gîtes de parturition pour mettre-bas. En automne, en raison de la période d'accouplement, les individus volent davantage en petits groupes et de manière anarchique afin de trouver un partenaire, les rendant davantage susceptibles de percuter les pales des aérogénérateurs qu'aux autres saisons, puis circulent également plus en groupes pour rejoindre les gîtes d'hibernation où se mêlent volontiers les espèces présentant les mêmes exigences.

<sup>9</sup> Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes, LPO Drôme, 2010

<sup>10</sup> Retour sur 10 années de suivi de mortalité en Vendée, LPO Vendée, 2013

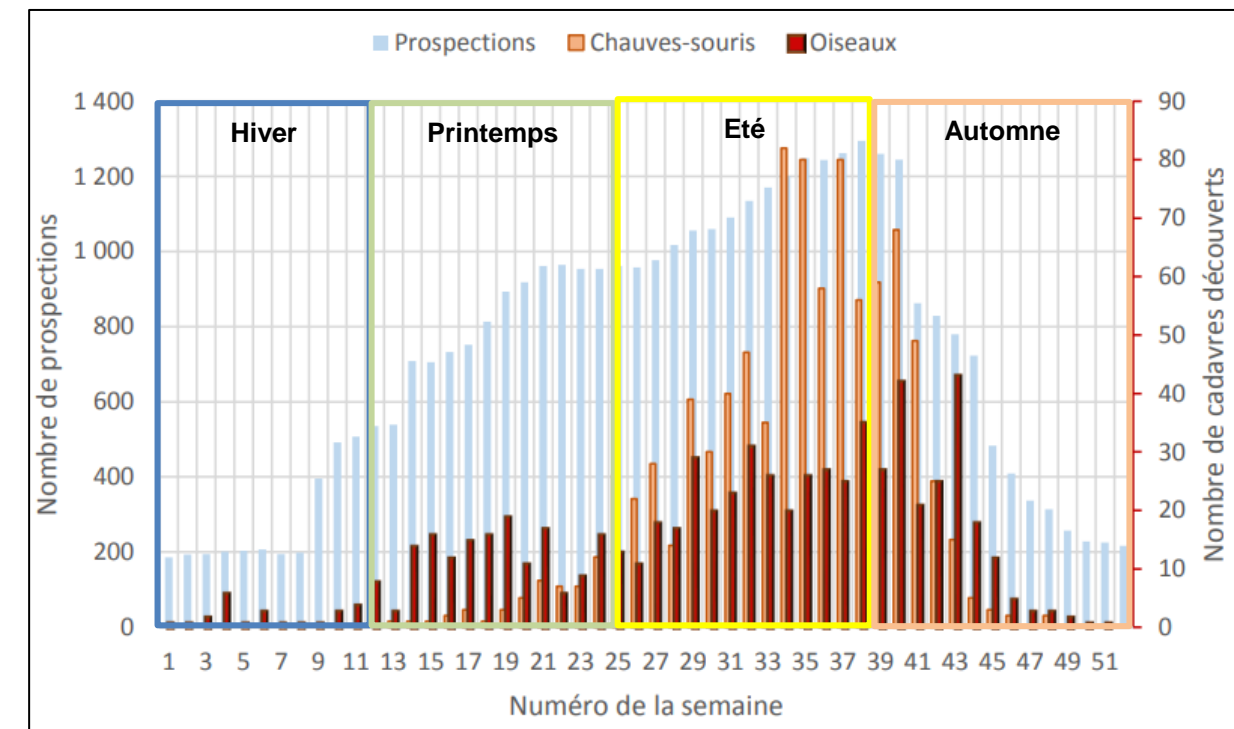
La période des transits automnaux / migration postnuptiale est ainsi la plus meurtrière, ce qui est en adéquation avec les conclusions du rapport « Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune : étude des suivis de mortalité réalisés en France de 1995 à 2015 » rédigé par Geoffroy Marx du service SEPNE de la LPO France et paru en 2017 (Figure 25).

L'été, pour les deux taxons, les espèces résidentes d'un secteur l'utilisent quotidiennement (déplacements, chasse...). Cette fréquentation répétée augmente naturellement les risques de collision ou de barotraumatisme de ces individus, qui peuvent cependant tout à fait « apprendre » et s'habituer à la présence d'obstacles au sein de leur territoire.

➤ **Global**

L'automne génère donc bien davantage de cadavres, que ce soit chez les oiseaux ou les chiroptères. Les bons indices utilisés pour cette période sur le parc éolien du Bois Clergeons (durée de persistance supérieure à l'intervalle de passage, bonne efficacité de l'observateur et surfaces de prospections élevées) donnent de la pertinence aux calculs présentés et fournissent alors des estimations jugées proches de la réalité. Pour l'été, les calculs sont davantage surestimés en raison du faible pourcentage de prospection. Compte tenu de l'analyse de la bibliographie et des comportements connus des oiseaux et des chiroptères, il est raisonnable de supposer que la mortalité estivale doit effectivement être inférieure à celle automnale.

Figure 54 : Distribution temporelle de découverte des cadavres (source : G. Marx 2017)



3.3.3. Analyse spatiale des résultats

Figure 55 : Mortalité spatiale globale estimée pour le parc entier par taxon

Méthode	Chiroptères			Avifaune			Total		
	Erickson	Jones	Huso	Erickson	Jones	Huso	Erickson	Jones	Huso
E01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E02	-	-	-	1,26	2,29	2,22	1,26	2,29	2,22
E03	0,42	0,76	0,74				0,42	0,76	0,74
E04	-	-	-	0,96	1,74	1,69	0,96	1,74	1,69
E05	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Le rapport de la LPO publié en 2019<sup>11</sup> estime qu'entre 0,3 et 18,3 **oiseaux** sont tués par éolienne et par an. Dans le cas du parc éolien du Bois Clergeons, aucun aérogénérateur ne dépasse ces estimations. Les résultats du parc du Bois Clergeons s'approchent de la moyenne basse estimée par la LPO.

<sup>11</sup> Gaultier, S.P., Marx, G., & Roux, D., 2019. *Éoliennes et biodiversité : synthèse des connaissances sur les impacts et les moyens de les atténuer*. Office national de la chasse et de la faune sauvage/LPO. 120 p. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo\\_oncfs\\_2019.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/lpo_oncfs_2019.pdf)

Seules deux éoliennes ont généré une mortalité sur les oiseaux, il s'agit de E02 et E4r. La seule éolienne à avoir tué un chiroptère est E03. Les éoliennes E05 et E01, situées aux extrémités est et ouest du parc n'ont causé aucune mortalité avérée.

Les raisons qui ont poussé les individus à s'approcher des pales restent floues et mal connues, et sont donc très spéculatives. Comme signalé dans la partie introductive du rapport, toutes les éoliennes se trouvent à plus de 200 mètres des linéaires arborés (haies, lisières...), ce qui diminue très fortement les risques de collision pour les chiroptères (d'après EUROBATS) mais également pour les oiseaux dépendants des éléments arborés comme bon nombre de passereaux effectuant une migration rampante, c'est-à-dire en saut de puce d'arbre en arbre.

L'analyse temporelle et spatiale montre bien qu'en été, c'est une espèce commune, utilisant répétitivement les espaces ouverts qui a été victime du parc éolien (Deux individus de Pigeon ramier) tandis qu'en automne, apparaissent des migrateurs comme le Roitelet à triple bandeau ou la Noctule de Leisler.

L'analyse de la bibliographie disponible et la mise en lien avec les comportements connus des oiseaux et chiroptères permettent d'affirmer que les estimations calculées pour l'automne sont pertinentes et au plus proches de la réalité, et qu'il est raisonnable de penser que la mortalité en période estivale est effectivement inférieure à celle en phase automnale.

#### 3.3.4. Analyse globale de la mortalité

Figure 56 : Estimation de mortalité pour le parc entier pour l'ensemble de la période étudiée

Méthode	Parc entier/période étudiée
Erickson	2,65
Jones	4,79
Huso	4,65

Figure 57 : Estimation de mortalité moyenne par éolienne pour l'ensemble de la période étudiée

Méthode	Éolienne/période étudiée
Erickson	0,53
Jones	0,96
Huso	0,93

Pour le parc éolien du Bois Clergeons, l'estimation varie entre 2,65 (selon la méthode d'Erickson) et 4,79 cadavres pour la période étudiée (selon la méthode de Jones). La méthode de Huso donne un résultat intermédiaire, à savoir 4,65 cadavres.

Une moyenne des 3 indices élève le total de morts occasionnées par le fonctionnement du parc éolien à **4,03 cadavres pour la période étudiée** (pour 5 cadavres trouvés), pour une moyenne de **0,81 cadavres par éolienne**, bien que des disparités de dangerosité, selon l'éolienne considérée, aient été démontrées. Dans la logique d'homogénéisation des études demandées par la LPO, c'est l'indice de Huso qui est considéré le plus approchant de la réalité.

**Les estimations prévoient ainsi 4,65 individus tués pour la période échantillonnée pour la totalité du parc en fonctionnement, ou 0,93 individus tués en moyenne par éolienne.**

Il apparaît que le parc éolien semble plus meurtrier vis-à-vis de l'avifaune que des chiroptères, puisque quatre oiseaux ont été découverts contre seulement un cadavre de chiroptère, au cours des prospections.

Les estimations fournies sont valables sur l'intervalle de prospection réalisé.

## Partie 5 : Conclusions sur les impacts résiduels liés au fonctionnement du parc éolien et adaptation de mesures correctives

### 1. Comparaison avec l'étude d'impacts initiale

Figure 58 : Tableaux de synthèse des effets résiduels du parc éolien du Bois Clergeons

Thèmes	Etude écologique initiale	Résultats du suivi 2020 (Envol environnement)
Avifaune	Le Busard des roseaux et le Busard Saint-Martin se reproduisent à proximité immédiate de l'aire d'étude immédiate au sud-est, chassant répétitivement au sein de la zone d'étude. Observation anecdotique du Busard cendré.	Présence effectivement annuelle et appuyée du Busard Saint-Martin : reproduction très probable à l'est, en dehors des contours de l'aire considérée. Le Busard des roseaux n'a pas été vu en été cette année.  Le risque de collision existe vu la pression de fréquentation des busards, mais leur tendance à voler bas réduit les probabilités.  Absence du Busard cendré.  Aucune mortalité constatée sur les busards.
	Observation de la Buse variable et du Faucon crécerelle, sensibles en raison de leurs comportements (chasse et volonté de se percher).	Les deux rapaces sont toujours présents et se reproduisent de manière quasi-certaine dans les quelques motifs arborés du site. Un cadavre du Faucon crécerelle a été découvert en automne. Des effets sont envisagés sur ces espèces protégées présentes toute l'année au niveau du parc éolien.
	Observation estivale de quelques espèces patrimoniales potentiellement nicheuses comme le Bruant des roseaux, le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, la Linotte mélodieuse et l'Œdicnème criard.	Toutes ces espèces ont bien été revues en été 2020. Le manque d'habitat favorable à leur reproduction rend cependant leur présence peu marquée. Leur reproduction reste néanmoins possible.  Aucune mortalité constatée sur ces cinq espèces.

Thèmes	Suivi post-implantation 2017/2018 (Calidris)	Résultats du suivi 2020 (Envol environnement)
Avifaune	Suivi de mortalité réalisé en septembre 2017 par Calidris accompagné d'un suivi de l'activité avifaunistique. Deux cadavres découverts après quatre passages : Une Hirondelle rustique et une espèce non identifiée. Les enjeux ornithologiques majeurs se concentrent alors sur le Busard Saint-Martin et le Busard des roseaux, tous deux nicheurs à proximité (au sud-est) du parc éolien de la Voie Blériot, à environ 5 kilomètres du parc éolien du Bois Clergeons.	Mortalité constatée de deux individus de Pigeon ramier en été, d'un Roitelet à triple bandeau et d'un Faucon crécerelle en automne. Les espèces à fort enjeux relevées par Calidris (Busards) n'ont pas été victimes des éoliennes.
Chiroptères	Étude bibliographique concluant sur la possible présence d'espèces habituées des espaces ouverts comme les pipistrelles et les noctules.  Pas de protocole mis en place lors de l'étude initiale ni du suivi.  Pas de cadavre découvert lors du suivi 2017.	Neuf espèces détectées par les protocoles réalisés au sol contre sept espèces en altitude. Présence dominante de la Pipistrelle commune au sol comme en hauteur.  Les espèces les plus rencontrées sont sans surprise surtout celles à l'aise avec le survol des espaces ouverts, qu'elles soient migratrices ou non. Présence anecdotique de la Pipistrelle pygmée et de la Sérotine commune.  Risque de mortalité élevé pour la Pipistrelle commune, très présente et qui a affiché un pic remarquable de fréquentation en altitude (19 juin 2020). Cette capacité à investir l'espace montre une probable abondance dans les environs et l'existence possible de gîtes de reproduction, toutefois non révélés par l'étude des potentialités de gîtage dans les villages alentours.  Un seul cadavre de chauve-souris (Noctule de Leisler découvert sous les éoliennes du Bois Clergeons, mais la durée de persistance moyenne en automne a pu faire disparaître les cadavres avant que les naturalistes ne puissent les repérer.

## 2. Réflexion sur les mesures correctives

### ➤ Suivi de mortalité

À l'issue d'une année de suivi du parc éolien du Bois Clergeons, cinq cadavres ont été découverts et correspondent à quatre oiseaux et un chiroptère. L'été, le Pigeon ramier (2 individus) a été retrouvé au pied des éoliennes. Il s'agit d'une espèce commune des grands espaces cultivés français et cette espèce est généralement connue pour sa sensibilité à l'éolien. L'automne, des migrants ont surtout été victimes des éoliennes comme la **Noctule de Leisler** ou le Roitelet à triple bandeau. Un **Faucon crécerelle** a également été découvert à cette saison, probablement victime d'une éolienne en vol de chasse à hauteur des pales.

Considérant la rareté des cadavres découverts de chiroptères sur l'ensemble des prospections réalisées entre 2017 et 2020 (un seul spécimen trouvé, correspondant à une Noctule de Leisler), il n'est pas justifié d'envisager un bridage des éoliennes en fonction des périodes d'activité des chauves-souris. En revanche, il s'avère pertinent de reconduire un suivi post-implantation du parc éolien existant en 2022 en vue de confirmer les résultats obtenus en 2020 et si besoin d'adopter des mesures correctives.

## Conclusion de l'expertise écologique

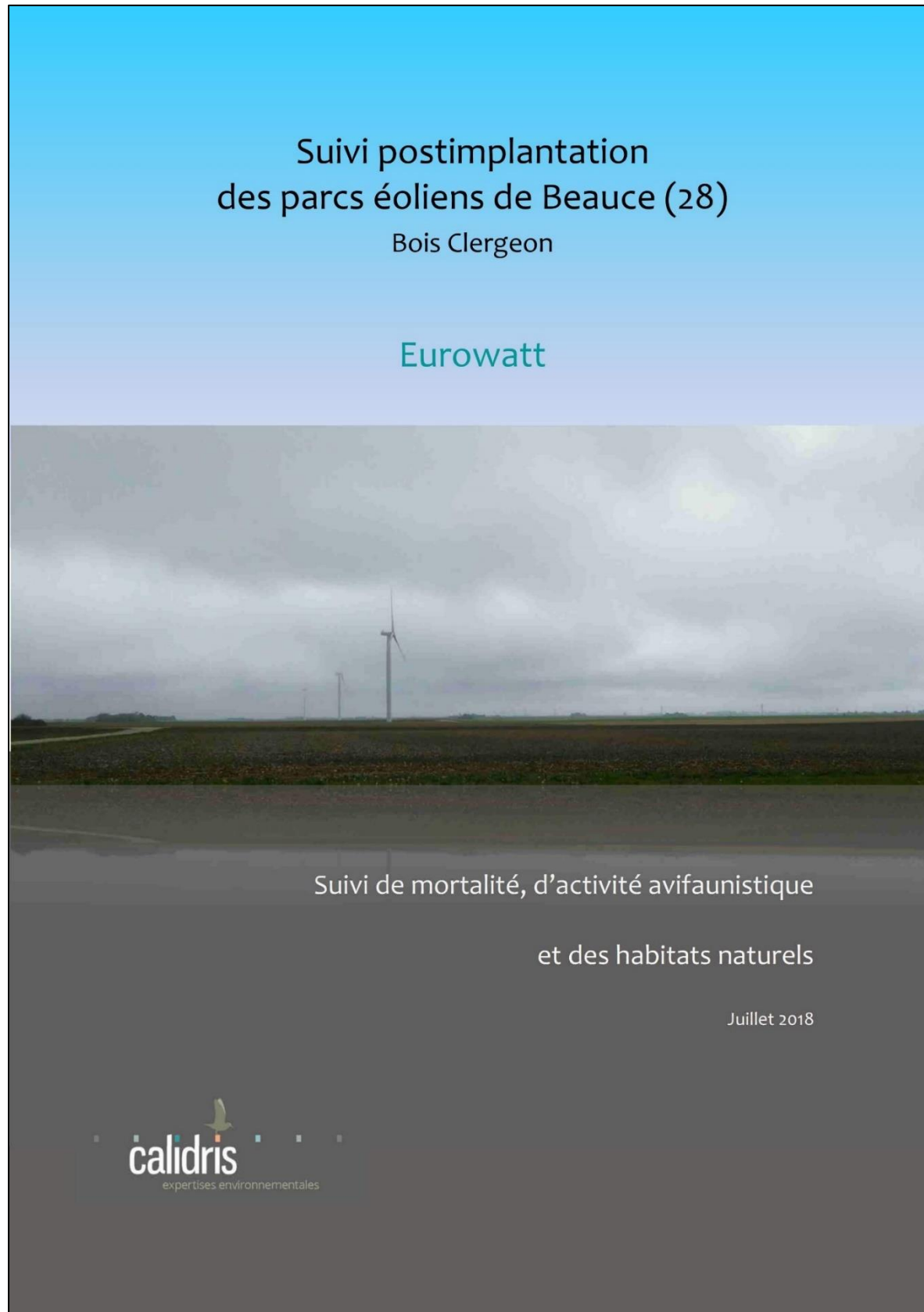
Les principaux éléments que nous retenons de l'étude écologique sont :

- Les écoutes en continu en altitude ont permis l'inventaire de sept espèces de chiroptères, lesquelles sont reconnues sensibles aux effets de collisions et de barotraumatisme. Des passages migratoires de la Noctule commune, de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle de Nathusius ont été mis en évidence. En outre, des pics d'activité relativement importants de la Pipistrelle commune ont été enregistrés, témoignant de l'existence potentielle de gîtes de l'espèce dans les environs de l'aire d'étude des éoliennes, ce qui n'a pas pu être confirmé lors de nos investigations complémentaires ;
- Le suivi de mortalité réalisé au niveau du parc éolien en fonctionnement a permis la découverte de cinq cadavres, exclusivement d'oiseaux. L'essentiel des cadavres retrouvés correspond à des espèces communes mais certaines sont patrimoniales telles que le Faucon crécerelle ou la Noctule de Leisler ;
- Au global, nous estimons que le fonctionnement du parc éolien du Bois Clergeons n'est pas de nature à porter atteinte à l'état de conservation des populations locales, régionales et nationales des oiseaux et des chiroptères inventoriés sur le secteur. En ce sens, il n'est pas justifié d'appliquer un système de bridage des éoliennes existantes en fonction des périodes d'activité des chiroptères.

Néanmoins, la reconduite d'un suivi post-implantation du parc éolien durant l'année 2022 (en vue de confirmer les résultats obtenus en 2020) s'avère pertinente pour vérifier l'absence d'impact du fonctionnement du parc éolien existant sur les populations d'oiseaux et de chiroptères.

## Annexes

### Annexe 1 : Suivi post-implantation des parcs éoliens de Beauce (28) – Bois Clergeons



## Sommaire

INTRODUCTION.....	3
LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN.....	4
1. Situation géographique et caractéristiques technique du parc Bois Clergeon.....	4
2. Historique des études écologiques réalisées sur le parc.....	7
3. Synthèse des études écologiques réalisées dans le cadre de l'étude d'impact (NORDEX, 2002) ..	7
MÉTHODOLOGIES.....	10
1. Équipe de travail.....	10
2. Suivi de mortalité.....	10
3. Suivi d'activité ornithologique.....	12
4. Suivi des habitats naturels.....	16
RÉSULTATS.....	17
1. Suivi de mortalité.....	17
2. Suivi d'activité ornithologique.....	20
3. Suivi des habitats naturels.....	33
CONCLUSION.....	37
BIBLIOGRAPHIE.....	38
ANNEXES.....	40
Annexe 1 : Liste et statuts des espèces d'oiseaux observées sur le site d'étude.....	40

## Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des parcs éoliens de Beauce.....	5
Carte 2 : Localisation des parcs éoliens de Beauce.....	6
Carte 3 : Localisation des points IPA.....	14
Carte 4 : Localisation des points d'observation du protocole busards.....	15
Carte 5 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité.....	19
Carte 6 : Richesse spécifique et abondance relative.....	25
Carte 7 : Localisation des observations et des comportements des rapaces.....	27
Carte 8 : Localisation des espèces patrimoniales observées (hors rapaces).....	30
Carte 9 : Habitats naturels dans les 500 m autour des éoliennes.....	35

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Équipe de travail.....	10
Tableau 2 : Dates de suivi de l'avifaune nicheuse.....	12
Tableau 3 : Cadavres découverts lors du suivi de mortalité.....	17
Tableau 4 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à proximité des éoliennes).....	21
Tableau 5 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à distance des éoliennes).....	23



Tableau 6 : Listes et statuts des espèces patrimoniales nicheuses observées sur le site..... 28  
 Tableau 7 : Évolution des populations d'oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial à proximité du parc 32  
 Tableau 8 : Habitats naturels recensés ..... 33



L'arrêté du 26 août 2011 (arrêté relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à déclaration au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement) prévoit de mettre en place un suivi environnemental sur un parc éolien après sa construction. Il est dit dans l'article 12 que ce suivi interviendra « au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. »

Suite à l'implantation de parcs éoliens sur les communes de Janville et Poinville dans l'Eure-et-Loir, la société Eurowatt ont confié à la société Calidris la réalisation du suivi environnemental suivant les modalités du protocole de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) de novembre 2015 (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015).







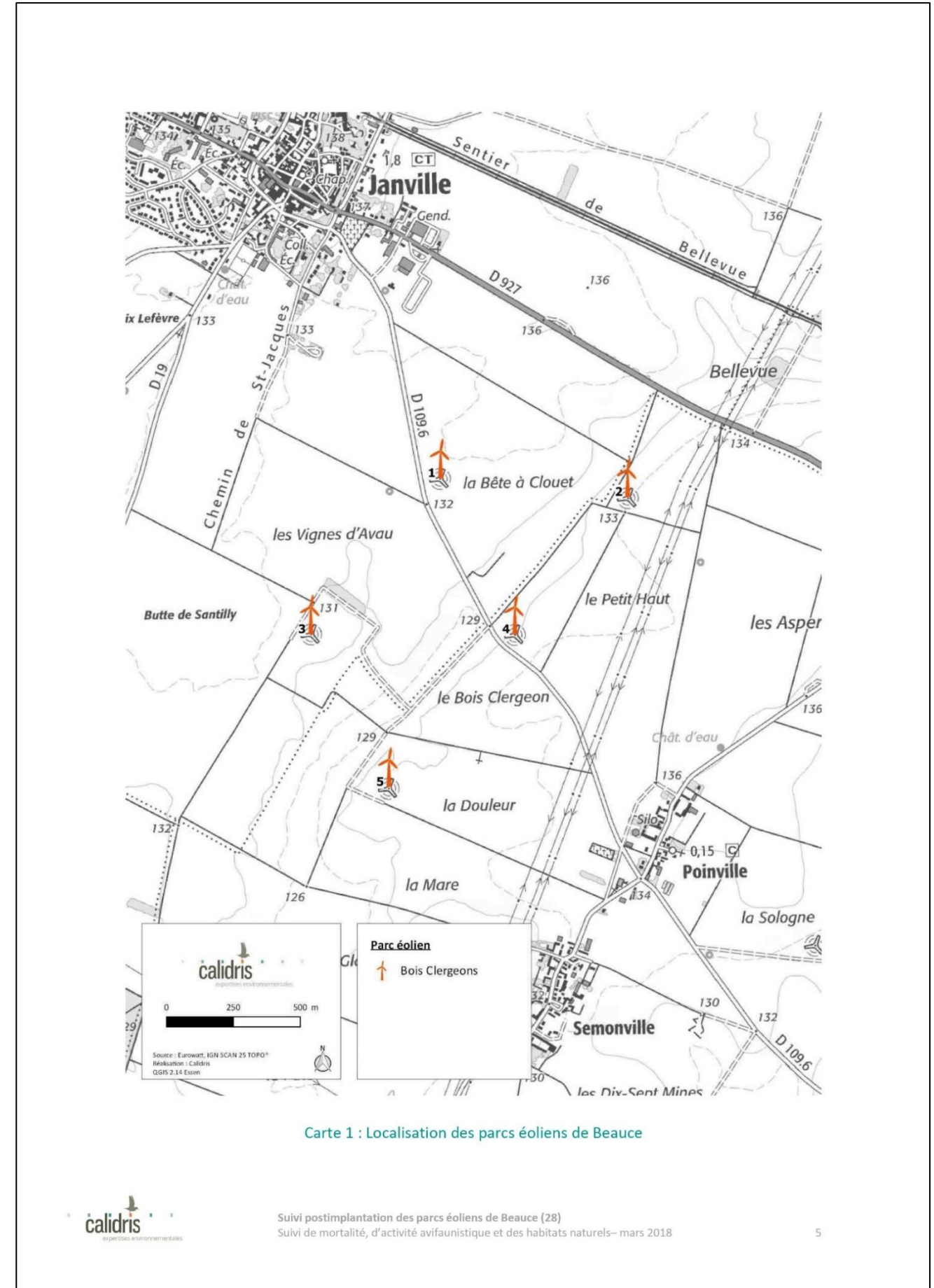
## LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PARC ÉOLIEN

### 1. Situation géographique et caractéristiques technique du parc Bois Clergeon

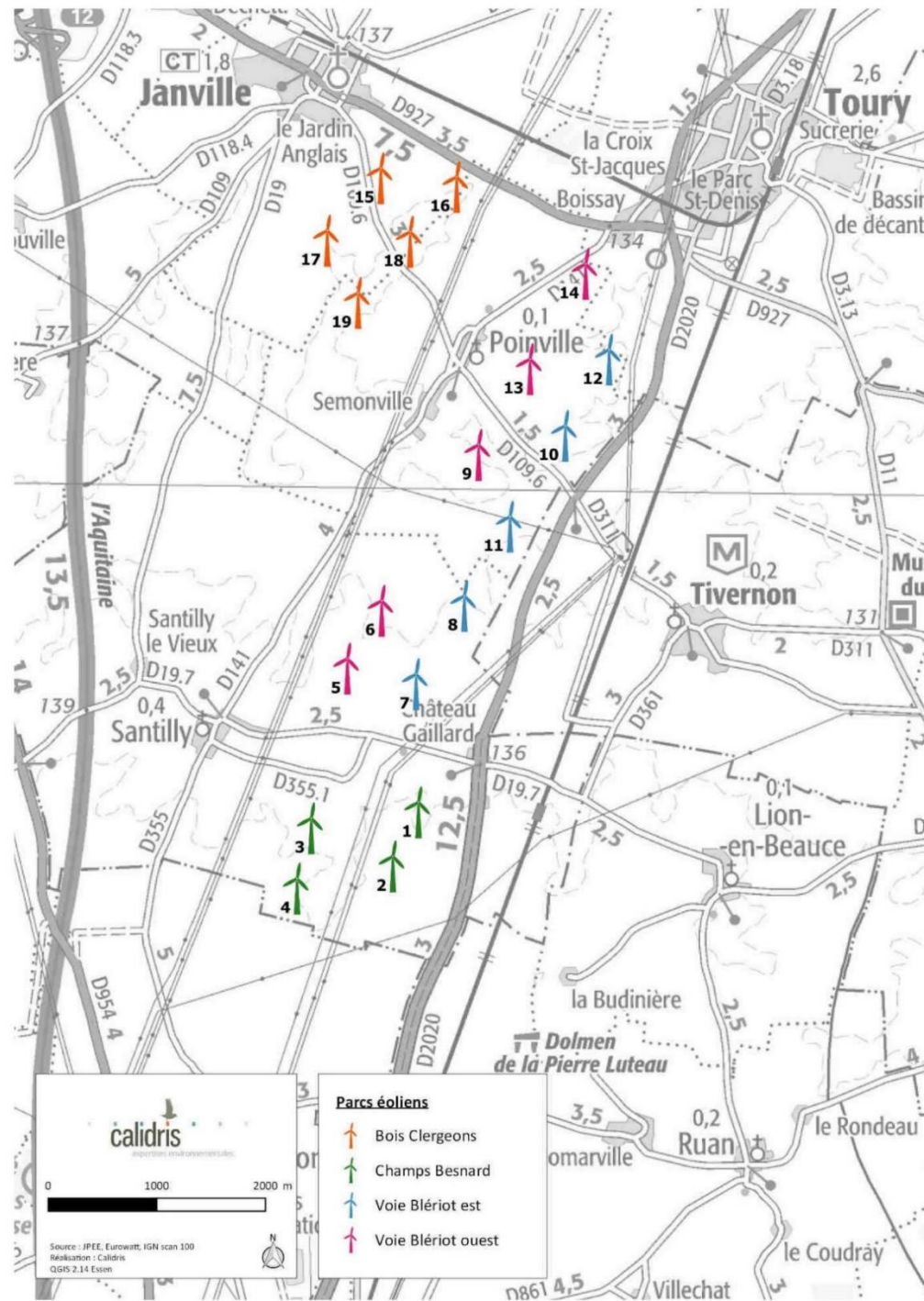
Le projet porte sur une zone de plaine très ouverte, comprenant les communes de Poinville et de Janville. Cette zone est constituée essentiellement de champs agricoles et de quelques hameaux et fermes isolés. Les rares parties boisées sont très éloignées du site et essentiellement confinées à la ZNIEFF de Poupry, au sud-ouest de la zone.

Ce suivi postimplantation concerne un parc éolien situé au sud de la départementale D926 (carte 1). Ce parc comporte 5 éoliennes disposées sur deux lignes d'orientation générale nord-ouest / sud-est. Les éoliennes sont des Nordex N90/2300 pour une puissance totale de 12 MW (puissance unitaire de 2,4 MW).

Ce parc se situe dans une zone où cinq autres parcs sont présents (confer carte 2). Le suivi des différents parcs a été réalisé en même temps.



Carte 1 : Localisation des parcs éoliens de Beauce



Carte 2 : Localisation des parcs éoliens de Beauce

## 2. Historique des études écologiques réalisées sur le parc

La présente étude a pour objectif principal l'évaluation des risques de perturbation des territoires de reproduction et d'alimentation des oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial.

Aussi, les résultats des prospections naturalistes réalisées avant la création du parc, et après sa mise en fonctionnement sont utilisés dans la présente analyse. Il s'agit de l'étude d'impact écologique (NORDEX, 2002).

## 3. Synthèse des études écologiques réalisées dans le cadre de l'étude d'impact (NORDEX, 2002)

L'étude d'impact écologique a été effectuée par l'association Naturalistes Orléanais en 2002. Seuls les inventaires sur l'avifaune et la flore et les habitats naturels sont détaillés ci-dessous.

### 3.1. Avifaune

L'avifaune observée durant les phases de terrain de 2002 était classique des zones céréalières : Alouette des champs, Pipit farlouse, Bergeronnette grise, Faucon crécerelle, Perdrix grise, Étourneau sansonnet... 49 espèces ont été recensées. Quelques espèces patrimoniales ont été notées :

- † **Busard Saint-Martin** : nidification de quelques couples répartis sur les 3 communes. Des individus isolés fréquentent les jachères durant la période hivernale.
- † **Busard cendré** : 1 mâle observé au printemps 2002, sans preuve de reproduction (Santilly).
- † **Hibou des marais** : un important dortoir hivernal présent dans le Loiret à moins de 6 km du secteur d'étude permet de supposer que les jachères du secteur sont exploitées par l'espèce durant la mauvaise saison (chasse des campagnols).
- † **Œdicnème criard** : quelques couples probables dans la zone d'étude.
- † **Alouette calandrelle** : plusieurs couples ont été recensés en 2002 sur les communes de Janville, Poinville et Santilly.

### 3.2. Flore et habitats naturels

Lors de l'étude d'impact de 2002, l'association Naturalistes Orléanais avait constaté partout la pauvreté de la flore spontanée. Les seuls rares endroits où elle peut s'exprimer sont les bords de chemins et routes. À ces endroits sont notés quelques graminées (chiendents, fétuques...), une Matricaire (*Matricaria recutita*) et quelques rudérales et adventices communes des cultures (chénopodes, arroches, moutarde, Coquelicot...). Ces espèces constituent toute la flore herbacée des milieux ouverts de ces communes. De plus, les zones où la végétation spontanée s'exprime le mieux sont l'ancienne carrière de Janville, aujourd'hui comblée au profit d'une décharge d'inertes et de déchets de jardins et, dans une moindre mesure quelques jachères implantées sur les secteurs où affleure le calcaire sous forme de pierriers, en particulier entre Poinville et Janville et à la limite communale entre Santilly et Poinville, à l'est de la D 141. Une partie de ces secteurs est concernée par le passage de lignes HT et THT.

L'association avait également mis en avant l'absence de boisement et avait indiqué que le bois le plus proche était le bois de Réveillé, en limite de zones d'implantation des éoliennes. Ce boisement était un bois de feuillus d'environ 6 ha, parcouru par de grandes allées entretenues pour la chasse. Il est constitué de Charmilles, Noisetiers, sureaux, Chênes rouvres, aubépines, fusains, cornouillers... des espèces caractéristiques des zones calcaires.

### 3.3. Synthèse des enjeux, des impacts et mesures

Concernant la flore, l'association Naturalistes Orléanais avait conclu à une absence d'enjeu ou d'impact : « Compte tenu de l'emprise très faible des éoliennes et de leur localisation en terrain exclusivement agricole, aucune perturbation n'est identifiable sur la flore présente dans le secteur ».

Au niveau de l'avifaune nicheuse les enjeux concernent les espèces patrimoniales : Alouette des champs, Alouette calandrelle, Cochevis huppé, Perdrix grise, Caille des blés, Busard Saint-Martin, Busard cendré et Œdicnème criard. Leurs effectifs sont faibles et ces espèces s'accommodent à la présence d'éoliennes. Les impacts en période de fonctionnement avaient été indiqués faibles. En revanche, en période de travaux un risque de destruction de nids ou d'individus pouvait survenir en cas de travaux en période de reproduction. Une mesure évitant tous travaux lors de la période de reproduction des oiseaux avait été proposée par l'association Naturalistes Orléanais.

À propos de l'avifaune hivernante ou migratrice, les impacts en phase travaux ont été estimés faibles, car le site d'étude n'est pas répertorié parmi les grandes zones d'hivernage d'importance départementale ou régionale. En revanche, en période d'exploitation, le risque de collisions avait

été évalué comme réel pour les oiseaux migrateurs (en particulier les rapaces). En effet, le site étudié s'inscrit dans un couloir migration (nord-est / sud-ouest). Une disposition en ligne, parallèle ou sub-parallèle à l'axe migratoire dirigé nord-est / sud-ouest avait été préconisée pour réduire les risques dans une situation de migration diffuse et multi-espèce.



## MÉTHODOLOGIES

### 1. Équipe de travail

Tableau 1 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Nom
Expertise ornithologique	Élodie FAUX – Chargé d'études ornithologue – bureau d'études Calidris
Expertise botanique	Frédéric TINTILIER – Chargé d'études botaniste – Bureau d'études Calidris
Suivi de mortalité	Louise MESSU – Chargée d'études – Bureau d'études Calidris

### 2. Suivi de mortalité

#### 2.1. Dates de suivi

Quatre passages espacés de trois jours ont été réalisés entre les 04 et 29 septembre 2017. Il est documenté que c'est à cette période qu'ont essentiellement lieu les cas de collisions chez les chiroptères.

Le suivi de mortalité a visé la recherche de cadavres aussi bien de chauves-souris que d'oiseaux.

#### 2.2. Protocole

Le suivi de mortalité consiste à prospecter au sol les surfaces situées sous les aérogénérateurs en vue du comptage d'éventuels cadavres et de l'identification des espèces des cadavres qui seraient découverts.

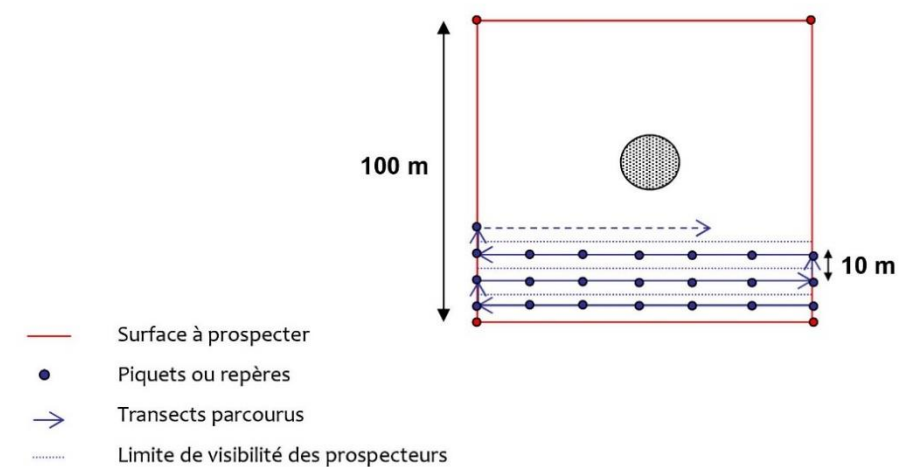
Le nombre total d'animaux tués par groupe étant égal au nombre de cadavres découverts corrigé par divers paramètres (taux d'efficacité du prospecteur et taux de disparition des cadavres).

Il n'existe pas à ce jour de protocole standard pour le suivi de mortalité des chiroptères. Les lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens publiées par EUROBATS rappellent que dans l'idéal, il faut prospecter un cercle dont le rayon est égal à la hauteur de l'éolienne. Le protocole LPO (ANDRÉ, 2009), utilisé en France (DULAC, 2008 ; AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE, 2010) préconise quant à lui de prospecter un hectare (100 m x 100 m).

En se basant sur ce dernier protocole, la recherche des cadavres pourra se faire pour chaque machine dans un carré de 100 m de côté centré sur l'éolienne soit une surface totale de 1 ha (à noter que cette surface pourra être adaptée en fonction des contraintes liées au terrain telles que la présence de cultures, de travaux agricoles, etc.). Des piquets pourront être disposés à équidistance les uns des autres sur une longueur de 100 m, sous forme de quadrillage. Ce dispositif permet à l'observateur de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. La prospection est réalisée de part et d'autre des lignes matérialisées par les piquets. Afin de faciliter les prospections, la zone à prospecter et les axes de transects seront matérialisés au sol par des piquets repères, marques de peinture, etc. Chaque transect permettra à l'observateur de contrôler 5 m de part et d'autre de son parcours.

Dans le but de maximiser la détection d'éventuels cadavres, le prospecteur devra, lors des transects, circuler à vitesse lente et constante afin de conserver une pression d'observation similaire pour chaque machine. À titre indicatif, le temps de prospection d'une éolienne estimé pour une distance parcourue de 1 000 m est de l'ordre de 1 h 15 min.

Exemple de schématisation des parcours de prospection (Source : LPO, 2004 révisé par Calidris) :



Pour chaque visite, l'observateur remplira une fiche de renseignements. En effet, les données relatives à la découverte de cadavres seront notées sur une fiche de terrain détaillée recensant à minima les informations suivantes :

- date et heure ;
- présence/absence de cadavre ;
- nombre et nature du ou des cadavres ;
- état du ou des cadavres (photographie à l'appui) ;
- localisation précise du ou des cadavres (directement par GPS ou appareil photo équipé d'un GPS) ;
- cause présumée de la mort.

### 3. Suivi d'activité ornithologique

#### 3.1. Dates de suivi

Tableau 2 : Dates de suivi de l'avifaune nicheuse

Dates	Météorologie	Objectif
10/04/2017	Nuageux 100 %, vent faible à fort, 10 à 20°C	Avifaune nicheuse – IPA
11/04/2017	Nuageux 20 à 70 %, vent faible à fort, 4 à 17°C	Avifaune nicheuse – IPA
12/04/2017	Nuageux 0 à 10 %, vent faible à fort, 5 à 23°C	Avifaune nicheuse – IPA
15/05/2017	Nuageux 50 à 80 %, vent faible, 9 à 23°C	Avifaune nicheuse – IPA
16/05/2017	Nuageux 70 à 90 %, vent faible, 15 à 27°C	Avifaune nicheuse – IPA
17/05/2017	Nuageux 0 à 60 %, vent faible à modéré, 16 à 25°C	Avifaune nicheuse – IPA

#### 3.2. Protocole de suivi

La méthode mise en place pour le recensement de l'avifaune nicheuse est celle des IPA (indice ponctuel d'abondance) définie par BLONDEL *et al.* ont été réalisés (BLONDEL *et al.*, 1970). C'est une méthode relative, standardisée et reconnue au niveau international par l'International Bird Census Committee (IBCC). Elle consiste en un relevé du nombre de contacts avec les différentes espèces d'oiseaux et de leur comportement (mâle chanteur, nourrissage, etc.) pendant une durée d'écoute égale à 20 minutes. Deux passages ont été effectués sur chaque point, conformément au protocole des IPA, afin de prendre en compte les nicheurs précoces (turdidés) et les nicheurs tardifs

(sylviidés). Chaque point d'écoute (IPA) couvre une surface moyenne approximative d'une dizaine d'hectares. Les écoutes ont été réalisées entre 5 h 30 et 11 h du matin par météo favorable. Un total de 60 points d'écoute soit 30 IPA a été réalisé sur la zone d'étude : 15 IPA à proximité des éoliennes et 15 autres à distance (carte 3). L'IPA est la réunion des informations notées dans les deux points d'écoute en ne retenant que l'abondance maximale obtenue dans l'un des deux points.



Observateur sur un point d'écoute (photo non prise sur site)

Les points d'écoute ont été positionnés dans des milieux représentatifs du site afin de rendre compte le plus précisément possible de l'état de la population d'oiseaux nicheurs dans et aux abords des parcs. Des observations opportunistes ont été réalisées lors des déplacements entre les points d'écoute et après 11 h lorsque le protocole IPA était terminé. Ces observations ont permis de préciser les résultats obtenus sur les IPA.

Des recherches plus spécifiques ont été menées concernant les Busards Saint-Martin et cendré en recherchant fin avril des indices de reproduction (parades). Ces recherches étant normalement menées dans un rayon de 1 km autour des éoliennes. 2 jours y ont été consacrés avec 24 points d'observation (carte 4).



Carte 3 : Localisation des points IPA



Carte 4 : Localisation des points d'observation du protocole busards

### 3.3. Limites méthodologiques

En ce qui concerne l'avifaune nicheuse, la méthode des IPA a été employée. Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage relative, standardisée et reconnue au niveau européen. D'autres méthodes existent mais semblent moins pertinentes dans le cadre d'une étude d'impact ; c'est le cas par exemple de l'EPS (échantillonnage ponctuel simplifié) utilisée par le Muséum national d'Histoire naturelle pour le suivi des oiseaux communs ou de l'EFP (échantillonnage fréquentiel progressif). En effet, la méthode des IPA permet de contacter la très grande majorité des espèces présentes sur un site car le point d'écoute, d'une durée de vingt minutes, est plus long que pour la méthode de l'EPS qui ne dure que cinq minutes et qui ne permet de voir que les espèces les plus visibles ou les plus communes. De plus, l'IPA se fait sur deux passages par point d'écoute permettant de contacter les oiseaux nicheurs précoces et tardifs, ce que permet également la méthode de l'EPS, mais pas celle de l'EFP, qui est réalisée sur un seul passage. Les points d'écoute ont été répartis sur l'ensemble du parc éolien, afin de recenser toutes les espèces présentes.

## 4. Suivi des habitats naturels

### 4.1. Dates de suivi

La cartographie des habitats naturels a été réalisée le 5 juin 2017.

### 4.2. Protocole de suivi

Dans un rayon de 500 m autour des éoliennes, le parc éolien a été parcouru afin de cartographier et de caractériser les habitats naturels en présence.

Les habitats sont caractérisés sur la base d'un relevé botanique s'apparentant à un relevé phytosociologique simplifié. Il permet de faire un rattachement des habitats observés à la classification phytosociologique sigmatiste et aux nomenclatures européennes (CORINE biotopes (BISSARDON *et al.*, 1997), Natura 2000 (EUROPEAN COMMISSION & DG-ENV, 2013)). Pour la bioévaluation, l'annexe I de la Directive « Habitats » (ANONYMOUS) et la liste rouge Centre (NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2012) a été utilisée.

Les plantes sont déterminées à l'aide de *Flora Gallica* (TISON & DE FOUCAULT, 2014). Leur patrimonialité a été évalué suivant leur statut de protection, leur classement à l'annexe II de la directive « Habitats » et leur classement sur une liste rouge nationale ou régionale avec une cotation minimum de Quasi menacée (NT) (CORDIER, 2010 ; UICN FRANCE *et al.*, 2010, 2012).



## 1. Suivi de mortalité

Les recherches de mortalité réalisées ont permis de retrouver deux cadavres d'oiseaux sous deux éoliennes différentes.

Aucun cadavre de chauve-souris n'a été détecté.

Tableau 3 : Cadavres découverts lors du suivi de mortalité

Date	Numéro de l'éolienne	Espèce	État
05/09/2017	16	Non identifiable	Décomposé, sec
21/09/2017	17	Hirondelle rustique	Frais



Hirondelle rustique

La mortalité constatée sur le parc éolien de Bois Clergeon est très faible. L'Hirondelle rustique est une espèce protégée en France mais non menacée aux listes rouges nationale et régionale. D'après le *Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres*, son niveau de sensibilité à l'éolien est considéré comme nul (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015).

Il est assez régulièrement constaté sur les suivis de parcs éoliens que la mortalité des oiseaux survient majoritairement au printemps alors que la mortalité des chiroptères est plus souvent liée à la période automnale. Le parc éolien de Bois Clergeon est situé dans un espace agricole intensif très peu attractif pour la faune volante.

Étant donné que l'étude d'impact n'a pas conclu à un impact résiduel significatif sur l'avifaune et les chiroptères, l'utilisation des données brutes est suffisante pour estimer la mortalité du parc (DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015).

La mortalité constatée sur le parc est faible, il semble donc peu mortifère vis-à-vis de l'avifaune et des chauves-souris.



Carte 5 : Localisation des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité



## 2. Suivi d'activité ornithologique

Partie commune aux six parcs étudiés.

### 2.1. IPA à proximité des éoliennes

#### 2.1.1. Richesse spécifique et abondance relative

La richesse totale est le nombre d'espèces contactées au moins une fois durant la série des relevés. 17 espèces nicheuses ont été dénombrées lors des IPA à proximité des éoliennes pour un nombre d'espèces moyen de 4,9 (écart-type = 2) et une abondance relative moyenne de 10,1 couples (écart-type = 4).

L'écart-type est une mesure de la dispersion d'une variable aléatoire réelle ; en statistique, il est donc une mesure de dispersion de données. Un écart-type de 2 pour le nombre moyen d'espèces de 4,9 indique une dispersion pour chaque IPA de plus ou moins 2 espèces par rapport à la moyenne de 4,9. Les écarts types observés ici sont relativement élevés, notamment pour l'abondance moyenne.

73,3 % des relevés comptent au maximum 5 espèces et 26,7 % des relevés comptent de 5 à 10 espèces.

La diversité spécifique relevée dans les IPA est donc assez faible, avec seulement 17 espèces contactées et l'on peut noter que la grande majorité de ces IPA compte très peu d'espèces. Les valeurs relativement élevées des écart-types montrent que la répartition des espèces et des couples n'est pas homogène entre les IPA alors que les parcs sont implantés dans un paysage uniforme de grandes cultures en milieu ouvert.

Le degré de représentativité des résultats obtenus peut être estimé grâce au rapport  $a/n$  de la formule de FERRY où  $a$  est le nombre total d'espèces rencontrées dans un seul relevé et  $n$  le nombre de relevés effectués (FERRY, 1976). Le rapport  $a/n$  est de 0,27. Il indique qu'il faudrait réaliser 5 relevés supplémentaires pour espérer contacter une nouvelle espèce. L'échantillonnage est donc fiable et représentatif de l'avifaune du secteur étudié.

#### 2.1.2. Fréquence relative spécifique

Les fréquences spécifiques relatives sont obtenues en divisant le nombre de points d'écoute où une espèce a été contactée par le nombre total de points d'écoute. Lorsque cette fréquence ne

dépasse pas 10 %, l'espèce est considérée comme rare sur la zone étudiée, de 10 % à 25 % peu fréquente, de 25 % à 50 % fréquente et à partir de 50 % très fréquente (tableau 4).

Tableau 4 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à proximité des éoliennes)

< 10 %	10 à 25 %	25 à 50 %	> 50 %
Bergeronnette grise	Linotte mélodieuse	Étourneau sansonnet	Alouette des champs
Bruant des roseaux	Merle noir	Perdrix grise	Bergeronnette printanière
Bruant jaune			Bruant proyer
Faisan de Colchide			
Hypolaïs polyglotte			
Pic vert			
Pie bavarde			
Pinson des arbres			
Tarier pâtre			
Tourterelle turque			

Le peuplement d'oiseaux à proximité des éoliennes est composé de 29 % d'espèces fréquentes à très fréquentes et de 71 % d'espèces peu fréquentes à rares. On voit donc que quelques espèces concentrent l'essentiel des observations sur les IPA.

Le groupe des espèces peu fréquentes à rares est constitué en grande partie d'espèces relativement communes au niveau national et régional. On y retrouve essentiellement des espèces de milieux ouverts, reflet des vastes espaces cultivés et uniformes dans lesquels s'insèrent les parcs éoliens.

Parmi les espèces fréquentes à très fréquentes, la plupart présentent des populations importantes sur le territoire national et leurs populations sont encore en bon état de conservation au niveau régional. Les espèces observées sont pour la plupart ubiquistes pouvant se contenter d'une plus grande gamme d'habitats pour leur reproduction et qui augmente localement de façon significative les résultats obtenus par les IPA.

### 2.1.3. Diversité de l'avifaune

L'indice H' de SHANNON et WEAVER rend compte du niveau de la diversité du peuplement ramené aux fréquences relatives des 17 espèces nicheuses contactées au cours des IPA (SHANNON & WEAVER, 1949). Plus l'indice H' est élevé, plus le peuplement est diversifié. Avec un H' de 2,4, le site a un peuplement d'oiseaux relativement peu diversifié, avec seulement quelques espèces qui dominent sur l'ensemble des espèces recensées.

On peut également mesurer le degré d'équilibre en calculant l'indice d'équirépartition J<sup>12</sup> qui est une mesure du degré de réalisation de la diversité maximale théorique (BLONDEL, 1979). J' est faible puisqu'on obtient une valeur de 0,6 montrant que le peuplement est faiblement équilibré, c'est-à-dire que les effectifs d'oiseaux se concentrent sur quelques espèces.

Ces résultats appuient ce que la fréquence relative spécifique a mis en évidence : un petit nombre d'espèces domine dans les IPA. Quelques espèces ubiquistes sont présentes sur la plupart des IPA et sont accompagnées localement de quelques espèces plus spécialisées lorsque le milieu le permet.

## 2.2. IPA à distance des éoliennes

### 2.2.1. Richesse spécifique et abondance relative

23 espèces nicheuses ont été dénombrées lors des IPA à distance des éoliennes pour un nombre d'espèces moyen par point d'écoute de 6 (écart-type = 3,5) et une abondance relative moyenne de 12 couples par point d'écoute (écart-type = 5,3). Les écarts types observés ici sont également relativement élevés ce qui indique une répartition quantitative hétérogène de l'avifaune sur les parcs éoliens et leurs abords.

67 % des relevés comptent au maximum 5 espèces, 20 % des relevés comptent de 5 à 10 espèces et 13 % plus de 10 espèces.

À l'instar des IPA à proximité des éoliennes, la diversité spécifique est ici également assez faible, avec seulement 23 espèces contactées et l'on peut noter que la grande majorité des IPA compte très peu d'espèces. Les valeurs relativement élevées des écart-types montrent que la répartition des espèces et des couples n'est également pas homogène entre les IPA.

$$^1 H' = \frac{\sum P_i \log P_i}{\log 2}$$

$$^2 J' = H' / H'_{\max} \text{ où } H'_{\max} \text{ est la diversité maximale théorique}$$

Le degré de représentativité calculé par le rapport a/n est ici de 0,23. Il indique qu'il faudrait réaliser 5 relevés supplémentaires pour espérer contacter une nouvelle espèce. L'échantillonnage est donc fiable et représentatif de l'avifaune du secteur étudié.

### 2.2.2. Fréquence relative spécifique

Tableau 5 : Qualification des espèces nicheuses en fonction de leurs fréquences relatives (IPA à distance des éoliennes)

< 10 %	10 à 25 %	25 à 50 %	> 50 %
Bruant jaune	Étourneau sansonnet	Bergeronnette printanière	Alouette des champs
Caille des blés	Faisan de Colchide	Merle noir	Bruant proyer
Chardonneret élégant	Fauvette à tête noire		
Fauvette des jardins	Linotte mélodieuse		
Fauvette grisette	Perdrix grise		
Geai des chênes	Pinson des arbres		
Mésange charbonnière			
Perdrix rouge			
Pie bavarde			
Pouillot véloce			
Rousserolle effarvate			
Tourterelle turque			
Traquet motteux			

Le peuplement d'oiseaux du site est composé de 17 % d'espèces fréquentes à très fréquentes et de 83 % d'espèces peu fréquentes à rares. On voit donc que quelques espèces concentrent l'essentiel des observations sur les IPA.

Le groupe des espèces peu fréquentes à rares est constitué en grande partie d'espèces relativement communes au niveau national et régional. On y retrouve essentiellement des espèces de milieux ouverts. Ceci reflète l'homogénéité des habitats présents sur le site.

Parmi les espèces fréquentes à très fréquentes, la plupart présentent des populations importantes sur le territoire national et leurs populations sont encore en bon état de conservation au niveau régional. Les espèces observées sont pour la plupart ubiquistes pouvant se contenter d'une plus grande gamme d'habitats pour leur reproduction et qui augmente localement de façon significative les résultats obtenus par les IPA.

### 2.2.3. Diversité de l'avifaune

Avec un H' de 2,7, les IPA à distance présentent un peuplement d'oiseaux peu diversifié, avec seulement quelques espèces qui dominent sur l'ensemble des espèces recensées.

La valeur de J' est faible puisqu'on obtient une valeur de 0,6 montrant que le peuplement est faiblement équilibré, c'est-à-dire que les effectifs d'oiseaux se concentrent sur quelques espèces.

Ces résultats appuient ce que la fréquence relative spécifique a mis en évidence : un petit nombre d'espèces domine dans les IPA. Quelques espèces ubiquistes sont présentes sur la plupart des IPA et sont accompagnées localement de quelques espèces plus spécialisées lorsque le milieu le permet.



Carte 6 : Richesse spécifique et abondance relative

### 2.3. Recherche spécifique des busards

Deux jours ont été consacrés à la recherche de différentes espèces de busards ; ces espèces n'étant pas détectables dans le cadre du protocole IPA. Trois espèces ont été contactées : le Busard Saint-Martin, le Busard des roseaux et le Busard cendré (carte suivante).

Le Busard Saint-Martin a été observé à plusieurs reprises en parades nuptiales dans les parcs éoliens ou à leurs abords, parfois à proximité d'éoliennes. Un nid a été repéré à environ 1 300 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard. De nombreuses zones de chasse de ce busard ont également été notées à travers tout le secteur étudié, même près des éoliennes.

Le Busard des roseaux est également nicheur dans le même secteur que le Busard Saint-Martin. Un nid a été repéré à environ 1 000 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard. Plusieurs zones de chasse ont également été observées bien que moins nombreuses que pour le Busard Saint-Martin.

Concernant le Busard cendré, il utilise le sud du site d'étude comme zone de chasse mais aucun nid n'a été trouvé.



Carte 7 : Localisation des observations et des comportements des rapaces

## 2.4. Espèces patrimoniales

La patrimonialité des espèces a été déterminée en fonction de trois outils de bioévaluation :

- liste des espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux » ;
- liste rouge des espèces menacées en France (UICN FRANCE *et al.*, 2016) ;
- liste rouge des oiseaux nicheurs de la région Centre (NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2013)).

Les espèces listées dans l'annexe I de la directive « Oiseaux » sont considérées comme patrimoniales toute l'année. Pour les listes rouges, les espèces retenues sont les espèces menacées – cotées vulnérable (VU), en danger (EN) et en danger critique (CR).

Toutes les espèces appartenant à au moins une de ces listes ont été qualifiées de patrimoniales et sont listées dans le tableau suivant. Parmi les 34 présentes sur le site, 7 peuvent être considérées comme patrimoniales.

Tableau 6 : Listes et statuts des espèces patrimoniales nicheuses observées sur le site

Nom commun	Nom scientifique	Directive oiseaux (Annexe I)	Protection nationale	Liste rouge France (nicheurs)	Liste rouge nicheurs Centre
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>		Oui	EN	VU
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>		Oui	VU	NT
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Oui	Oui	NT	EN
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Oui	Oui	LC	NT
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>		Oui	VU	LC
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		Oui	VU	NT
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Oui	Oui	LC	LC

Légende : CR : En danger critique / EN : En danger / VU : Vulnérable / NT : Quasi-menacé / LC : Préoccupation mineure / NA : Non applicable / NE : Non étudié / DD : données insuffisantes

### 2.4.1. Bruant des roseaux

Plusieurs mâles chanteurs ont été observés dans les cultures à proximité des éoliennes dans le nord du site d'étude (Voie Blériot est et Bois Clergeon) (carte suivante).

### 2.4.2. Bruant jaune

Plusieurs mâles chanteurs ont été observés dans le secteur du parc de Bois Clergeon.

### 2.4.3. Busard des roseaux

Plusieurs zones de chasse ont été définies dans le nord du site d'étude, autour des parcs de Bois Clergeon, Voie Blériot est et ouest. Il niche à environ 1 000 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard.

### 2.4.4. Busard Saint-Martin

Le Busard Saint-Martin utilise largement le site d'étude comme zones de chasse, que ce soit dans ou à l'extérieur des différents parcs. Un nid a été repéré à environ 1 300 m à l'est de l'éolienne 1 du parc de Champs Besnard.

### 2.4.5. Chardonneret élégant

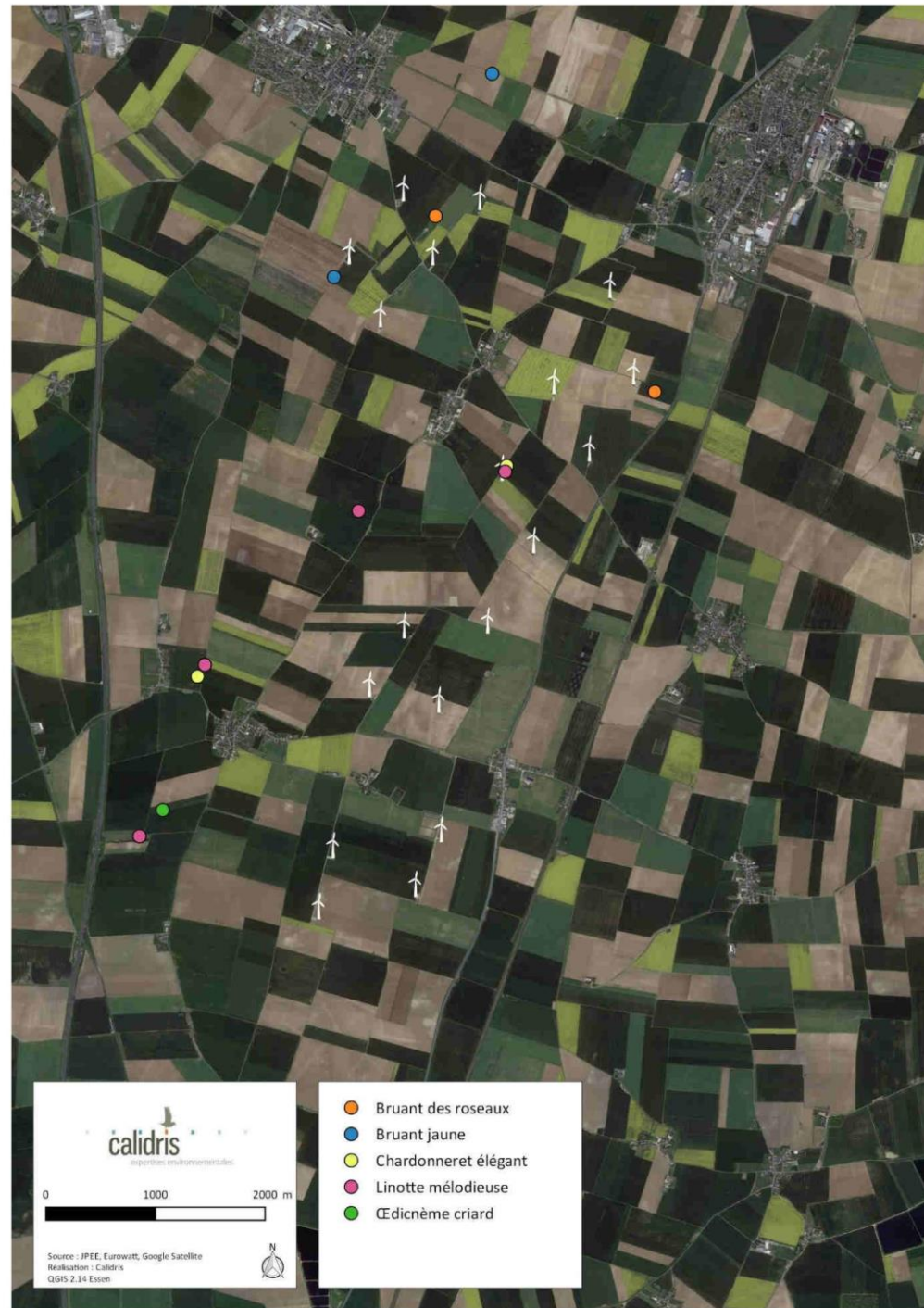
Quelques mâles chanteurs sont observés à proximité et à distance des éoliennes du site d'étude.

### 2.4.6. Linotte mélodieuse

Plusieurs mâles chanteurs sont observés à proximité et à distance des éoliennes du site d'étude.

### 2.4.7. Œdicnème criard

Un mâle chanteur a été entendu dans des parcelles à l'ouest du site d'étude.



Carte 8 : Localisation des espèces patrimoniales observées (hors rapaces)

## 2.5. Conclusion

La diversité spécifique relevée dans le cadre de ce suivi est faible avec un total de seulement 34 espèces nicheuses recensées. La patrimonialité des espèces est elle-même faible puisque seulement 7 d'entre elles sont patrimoniales. Cette faible diversité s'explique par la forte homogénéité du milieu, grandes cultures ouvertes, avec quasiment aucun élément diversifiant (fourrés, boisements) permettant d'augmenter le nombre d'espèces nicheuses.

Bien que le milieu où sont implantées les éoliennes soit assez homogène, la répartition des espèces en termes de richesse spécifique ou d'abondance relative est hétérogène au sein de ces IPA. Ces derniers sont dominés par un petit lot d'espèces plutôt ubiquistes. Cette tendance s'observe aussi bien à proximité qu'à distance des éoliennes ; les parcs éoliens ne semblent donc pas avoir de réelle influence sur le comportement des oiseaux. Notons que les espèces nicheuses patrimoniales ont été notées à l'extérieur mais aussi dans les parcs éoliens.

## 2.6. Spécificités du parc Bois Clergeon

15 espèces ont été contactées au niveau des 4 points IPA proches des éoliennes du parc éolien Bois Clergeon (points 1, 2, 3 et 4). Au niveau des IPA à distance, 21 espèces ont été notées. La richesse spécifique moyenne autour des éoliennes est supérieure à la moyenne générale (5,25 pour un écart-type de 2,75). Entre 2 et 8 espèces sont notées.

Le nombre de couples varie entre 6 et 18 pour les IPA proches des éoliennes et entre 7 et 18 pour les IPA situés à distance des éoliennes. L'abondance relative moyenne des points proches du parc Bois Clergeon est légèrement inférieure à la moyenne générale (10,5 pour un écart-type de 5,26).

Deux espèces patrimoniales sont présentes à proximités des éoliennes du parc Bois Clergeon. Il s'agit du Bruant jaune (un couple au niveau du point IPA 4) et du Busard Saint-Martin (plusieurs zones de chasse et parades à proximités des éoliennes).

Lorsqu'on s'éloigne des éoliennes quatre espèces patrimoniales sont notées : le Bruant jaune (un couple au point IPA 1), le Busard des roseaux, le Busard Saint-Martin et la Linotte mélodieuse (un couple au point IPA 1 et deux au point IPA 3).

Tableau 7 : Évolution des populations d'oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial à proximité du parc

Espèce	Présence sur le parc et ses abords		Évolution constatée
	Étude d'impact (2002)	Suivi d'activité couplé au suivi de mortalité (2018)	
Alouette calandrelle	Plusieurs couples recensés sur les communes de Janville, Poinville et Santilly.	Non revu	L'espèce est classée « En danger » sur la liste rouge nationale et « En danger critique d'extinction » en région Centre-Val de Loire. Aucun rapprochement avec la construction du parc ne peut être fait.
Cochevis huppé	Nicheur possible	Non revu	En France, l'espèce est considérée en déclin. L'espèce est classée « Vulnérable » en région Centre-Val de Loire. Aucun rapprochement avec la construction du parc ne peut être fait.
Busard cendré	1 mâle observé sans preuve de reproduction (Santilly)	Non revu sur ce parc mais observation au sud du parc Champs Besnard	Peu présent dans le secteur, les quelques observations ne mettent pas en exergue un effet repoussoir du parc.
Busard Saint-Martin	Nidification de quelques couples répartis sur les 3 communes	Le site est utilisé comme zone de chasse et de parade	Régulier avant et après la construction du parc. Territoires de chasse incluant les abords des éoliennes. Aucun nid observé à proximité immédiate des mâts. La construction de ce parc ne semble pas avoir d'effet repoussoir sur cette espèce à ce jour.
Cedricnème criard	Quelques couples probables dans la zone d'étude	Non revu à proximité directe mais observé à l'ouest du parc Champs Besnard	Peu présent dans le secteur, les quelques observations ne mettent pas en exergue un effet repoussoir du parc.
Pluvier doré	Présent en migration et en hivernage	Non revu	
Vanneau huppé	Présent en migration et en hivernage	Non revu	
Hibou des marais	Un important dortoir hivernal présent dans le Loiret à moins de 6 km du secteur d'étude permet de supposer que les jachères du secteur sont exploitées par l'espèce durant la mauvaise saison	Non revu	Les inventaires étant réalisés en période de nidification, aucune évolution ne peut être constatée.
Tarier des prés	Nicheur possible	Non revu	Espèce en fort déclin en France et en Europe, aucun rapprochement avec la construction du parc ne peut être fait

Mise en service du parc

### 3. Suivi des habitats naturels

Tableau 8 : Habitats naturels recensés

Habitats	Code EUNIS	Code EUR28	Surface (ha)
Cultures :			290,49
- betterave			13,89
- blé			174,02
- colza	11.1	-	56,71
- luzerne			0,44
- maïs			22,67
- petit-pois			9,70
- pomme de terre			13,06
Prairies mésophiles	E2.61	-	2,12
Jachères	I1.52	-	1,33
Friches	E5.1	-	1,99
Bois	G1.A1	-	0,7
Plateformes des éoliennes	-	-	1,01
Haies	FA	-	-

#### 3.1. Cultures

La zone des 500 m autour des éoliennes est nettement marquée par l'agriculture intensive. En effet, 93 % des surfaces cartographiées sont occupées par des cultures de divers types : blé (55,9 %), colza (18,2 %), maïs (7,3 %), betterave (4,5 %), pomme de terre (4,2 %), petit pois (3,1 %) et luzerne (0,1 % restant).

#### 3.2. Prairies mésophiles

Les prairies mésophiles sont en réalité des zones prairiales semées, servant généralement au stockage de matériel.

#### 3.3. Jachères et friches

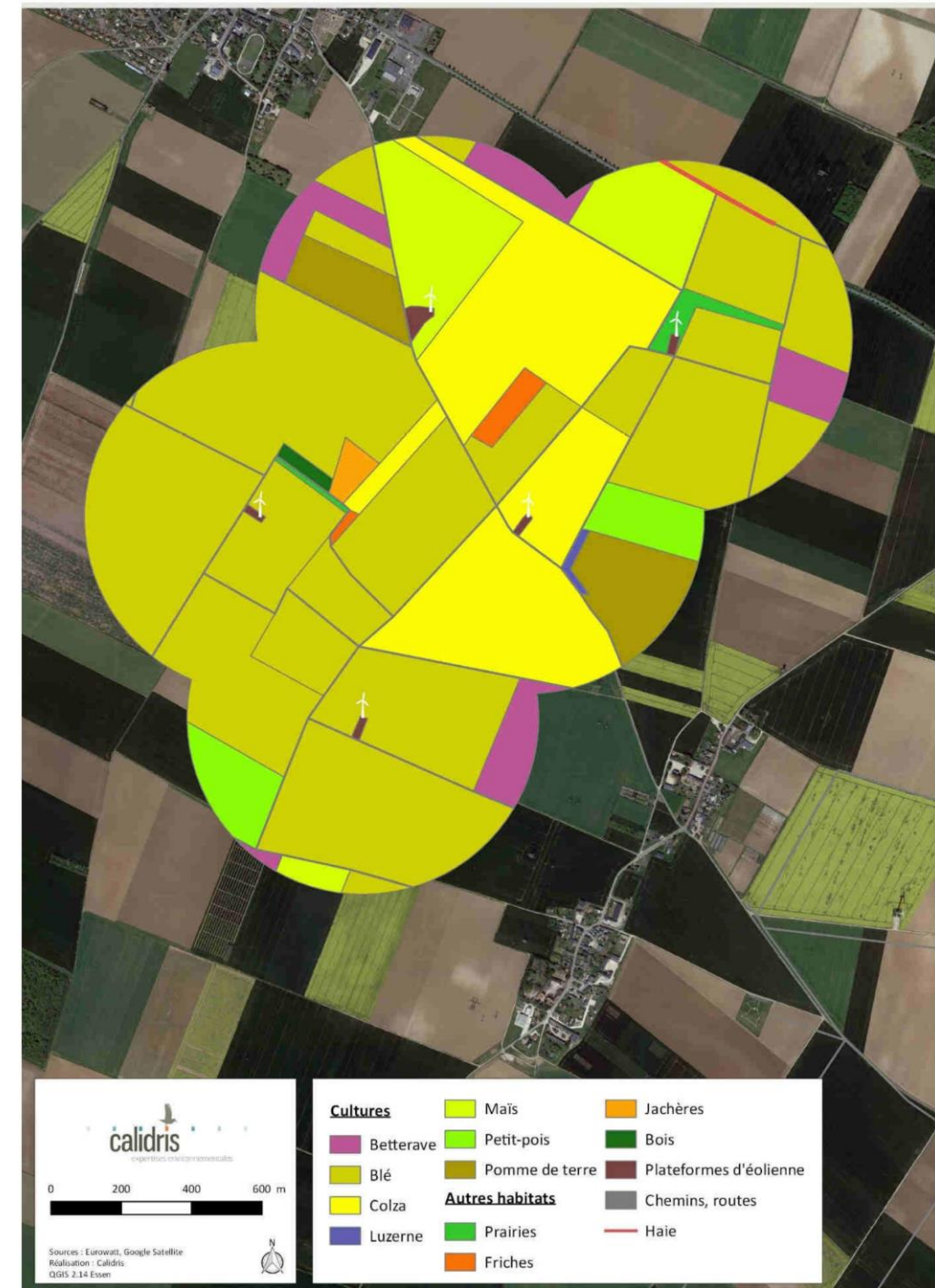
Plusieurs secteurs sont occupés par des végétations de milieux perturbés, composées d'espèces rudérales. Elles correspondent à des parcelles non exploitées en 2017 et à des zones de dépôts de gravats notamment.

#### 3.4. Bois

Le boisement est constitué d'une petite frênaie rudéralisée dans laquelle se trouve du Robinier faux-acacia.

### 3.5. Haies

Il s'agit d'alignements d'arbres jeunes de part et d'autre de la route départementale D927.



Carte 9 : Habitats naturels dans les 500 m autour des éoliennes



### 3.6. Conclusion

Les habitats recensés dans les 500 m autour des éoliennes sont très communs dans la région et ne présentent pas de patrimonialité particulière. Ils sont typiques des systèmes agricoles intensifs (cultures et prairies temporaires).

Aucune espèce végétale protégée n'a été observée lors des prospections se rapportant au suivi des habitats naturels.

Le parc éolien de Bois Clergeon n'a pas fait évoluer le site. L'étude d'impact indiquée déjà une faible diversité d'habitats et une flore peu diversifiée.



Le suivi ornithologique de 2018, réalisé sur le parc et ses abords immédiats, a permis d'évaluer la fréquentation du parc et son éventuel effet perturbateur sur les oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial. L'avifaune nicheuse observée sur le parc éolien et leurs abords est peu diversifiée et rarement patrimoniale – uniquement 4 espèces sur les 21 recensées. Les espèces sont communes, peu menacées et généralement peu exigeantes quant à leurs conditions écologiques. Les séries d'IPA menées à proximité ou à distance des parcs éoliens ne montrent pas de différence notable dans leurs caractéristiques quantitatives et qualitatives.

Les espèces patrimoniales observées nichent aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des parcs éoliens et de façon similaire avant et après la mise en service du parc. Les busards fréquentent le site comme zone de chasse et des Busards Saint-Martin y ont été vus en parade nuptiale.

Le comportement des oiseaux nicheurs (Bruant jaune, Busard des roseaux, Busard Saint-Martin et Linotte mélodieuse) ne semble pas affecté par la présence des éoliennes au regard des éléments réunis dans le cadre de ce suivi. **Aucun effet repoussoir ne peut être mis en avant.**

De plus, le suivi de mortalité semble montrer un risque faible du parc éolien pour l'avifaune et les chiroptères.

Concernant les habitats naturels, ils sont typiques des grandes plaines cultivées, constitués de cultures et prairies intensives. Ils ne présentent aucune patrimonialité.

De même, aucune espèce végétale protégée ou patrimoniale n'a été recensée. Les potentialités d'accueil d'une telle flore sont très réduites.

**D'après ce résultats aucune mise en place de mesure supplémentaire n'est nécessaire sur le parc éolien de Bois Clergeon.**



## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ Y., 2009. *Protocoles de Suivis Pour l'étude Des Impacts d'un Parc Éolien Sur l'avifaune*. ADEME - MEEDDM - SER/FEE - LPO. 21 p.
- ANONYMOUS, *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*. : 25
- AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE, 2010. *Parc Éolien Du Mas de Leuze ; Saint Martin de Crau (13) - Etude de La Mortalité Des Chiroptères (17 Mars - 27 Novembre 2009)*.
- BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997. *CORINE Biotopes, Types d'habitats Français*. 217 p.
- BLONDEL J., 1979. *Biogéographie Écologie*, Masson, Paris. 173 p.
- BLONDEL J., FERRY C. & FRACHOT B., 1970. La Méthode Des Indices Ponctuels d'abondance (IPA) Ou Des Relevés d'avifaune Par Station d'écoute. *A Lauda*, 34 : 55-71
- CORDIER J., 2010. *Liste Des Espèces Menacées de La Flore de La Région Centre*. CBNBP. 167 p.
- DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES, 2015. *Protocole de Suivi Environnemental Des Parcs Éoliens Terrestres*.
- DULAC P., 2008. *Evaluation de l'impact Du Parc Éolien de Bouin (Vendée) Sur l'avifaune et Les Chauves-Souris. Bilan de 5 Années de Suivi*. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes. 106 p.
- EUROPEAN COMMISSION & DG-ENV, 2013. *Interpretation Manual of European Union Habitats, Version EUR 28*. 144 p.
- FERRY C., 1976. Un Test Facile Pour Savoir Si La Richesse Mesurée d'un Peuplement Se Rapproche de Sa Richesse Réelle. *Le Jean le Blanc*, 15 : 21-28
- NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2012. *Liste Rouge Des Habitats de La Région Centre*.
- NATURE CENTRE & CBN BASSIN PARISIEN (COORD.), 2013. *Liste Rouge Des Oiseaux Nicheurs de La Région Centre*.
- NORDEX, 2002. *Étude d'impact - Parc Éolien Du " Bois Clergeon " Communes de Janville et Poinville*.



SHANNON C.E. & WEAVER W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. 144 p.

TISON J.-M. & DE FOUCAULT B., 2014. *Flora Gallica*. Biotope Éditions, Mèze. 1195 p.

UICN FRANCE, FCBN & MNHN, 2012. *La Liste Rouge Des Espèces Menacées En France - Chapitre Flore Vasculaire de France Métropolitaine : Premiers Résultats Pour 1 000 Espèces, Sous-Espèces et Variétés*, Paris. 34 p.

UICN FRANCE, MNHN, FCBN & SFO, 2010. *La Liste Rouge Des Espèces Menacées En France - Chapitre Orchidées de France Métropolitaine*, Paris. 11 p.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016. *La Liste Rouge Des Espèces Menacées En France - Chapitre Oiseaux de France Métropolitaine*, Paris, France



# ANNEXES

## Annexe 1 : Liste et statuts des espèces d'oiseaux observées sur le site d'étude

Nom commun	Nom scientifique	Protection nationale	Directive « Oiseaux » (Annexe I)	Liste rouge nicheurs France	Liste rouge nicheurs Centre-Val de Loire
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Chassable		NT	NT
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Oui		LC	LC
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava flavissima</i>	Oui		LC	LC
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Oui		EN	VU
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Oui		VU	NT
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Oui		LC	NT
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Oui	Oui	NT	VU
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Oui	Oui	NT	EN
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Oui	Oui	LC	NT
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Oui		LC	LC
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Chassable		LC	LC
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Oui		VU	LC
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Chassable		LC	LC
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Chassable		LC	NA
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Oui		NT	LC
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Oui		LC	LC
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	Oui		NT	LC
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Oui		LC	LC
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	Chassable		LC	LC
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i>	Oui		LC	LC

Nom commun	Nom scientifique	Protection nationale	Directive « Oiseaux » (Annexe I)	Liste rouge nicheurs France	Liste rouge nicheurs Centre-Val de Loire
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Oui		VU	NT
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Chassable		LC	LC
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Oui		LC	LC
Œdicnème criard	<i>Burhinus oedicanus</i>	Oui	Oui	LC	LC
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Chassable		LC	NT
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Chassable		LC	LC
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Oui		LC	LC
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Chassable		LC	LC
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Oui		LC	LC
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Oui		LC	LC
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Oui		LC	LC
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>	Oui		NT	LC
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Chassable		LC	LC
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Oui		NT	NA

## Références bibliographiques

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2005. *Les chauves-souris maîtresses de la nuit*.

AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A.J., MOUTOU F., 2008, Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient, Delachaux et Niestlé 271p.

BARATAUD M., 2002, CD audio, *Ballades dans l'in audible – identification acoustique des chauves-souris de France*. Edition Sittelle. Mens, 51p.

BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. & TOUFFET J., 2004. Prodrôme des végétations de France. Coll. Patrimoines naturels, 61. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p.

BENSETTITI F., BOULLET V., CHAUAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coord.), 2005. *Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 (vol. 1 et 2) - Habitats agropastoraux*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p. + cédérom.

BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D., 1989, *Reconnaître les plumes, les traces et les indices des oiseaux*. Bordas, Paris, 232p.

CARNINO N., 2009. *État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site – Méthode d'évaluation des habitats forestiers*. Muséum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts, 49 p. + annexes.

CORDIER J., DUPRE R., VAHRAMEEV P., 2010. Catalogue de la Flore sauvage de la région Centre. Symbioses, nouvelle série, n°26 : 36 – 84.

CSRPN région Centre (validé par), 2012. Liste rouge des plantes vasculaires de la région Centre.

Delachaux et Niestlé, Lausanne, 268 p.

DELPECH R., DUMÉ G., GALMICHE P., 1985. Typologie des stations forestières, vocabulaire. Paris, Ministère de l'Agriculture, Institut pour le Développement forestier, 243 p.

FIERS V., B. GAUVRIT, E. GAVAZZI, P. HAFFNER, H. MAURIN ET COLL., 1997. *Statut de la faune de France métropolitaine. Statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques*. Col. Patrimoines naturels, volume 24 – Paris, Service du Patrimoine Naturel/IEGB/MNHN, Réserves naturelles de France, Ministère de l'environnement, 225 p.

FITTER R., ROUX F., 1986. *Guide des oiseaux*. Reader's Digest. Paris, 493p.

GENSBOL B., 1984. Guide des rapaces diurnes. Delachaux et Niestlé. Lausanne, 383p.

HEINZEL H., FITTER R., PARSLow J., 1985. *Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen orient*. Delachaux et Niestlé, Paris, 319p.

MULLANEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., GRANT P.J., 1999. *Le guide ornitho*. Les guides du naturaliste. Delachaux et Niestlé, Paris, 388p.

RESEAU NATURA 2000 : Consultation du site internet pour répertorier les zones naturelles d'intérêt reconnu.

ENGREF, Aten. BISSARDON M., GUIBAL L., & RAMEAU J.C. 1997 Corine Biotope, version originale - Type d'habitats français, 175 p.

TISON J.-M. & DE FOUCAULT B. (coords), 2014. – *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, xx + 1196 p.

[www.atlas-ornitho.fr](http://www.atlas-ornitho.fr): consultation du site internet de l'atlas des oiseaux nicheurs de France métropolitaine.