

MONDAY EXPERTS

13 rue Saint Honoré,
78000 Versailles.

SARL au capital de 200.000 Euros,
immatriculée au RCS de Versailles
sous le n° 494 204 977 00016

Consultant effectuant la mission :

P. Lustrat

lustrat.philippe@orange.fr

Suivi de la mortalité du parc éolien de Saint Servais (22)




Novembre 2015

TABLE DES MATIERES

1) Intervenant	p 3
2) Contexte et objectifs	p 4
3) Méthodologie	p 5
4) Localisation du site d'étude	p 9
4.1) Peuplement chiroptologique de la zone d'étude	p 11
5) Analyse des résultats	p 12
5.1) Analyse des milieux environnants chacune des éoliennes	p 12
5.2) Facteurs de correction	p 23
5.3) Dates de prospections	p 26
5.4) Caractéristiques des espèces et des individus trouvés morts	p 27
5.5) Age et sexe des individus trouvés morts	p 28
5.6) Distribution spatiale des cadavres	p 29
5.7) Répartition radiale des cadavres par rapport aux mats	p 36
5.8) Distribution temporelle des cadavres	p 38
5.9) Estimation du nombre effectif de victimes	p 39
6) Enjeux chiroptologiques	p 44
7) Mesures afin de limiter la mortalité	p 45
8) Conclusion	p 45
9) Bibliographie	p 46

1) Intervenant

Intervenants : Responsable de l'expertise P. Lustrat Expert chiroptologue	
--	---

Expert naturaliste, chef de projet. 20 ans d'expériences professionnelles.

A effectué plus de 140 expertises chiroptologiques.

Compétences naturalistes en mammalogie (spécialisé dans les chiroptères), herpétologie (spécialisé dans les passages à amphibiens) mais aussi en ornithologie et en gestion de milieux naturels, notamment forestiers.

Président d'une association d'étude et de protection de la Nature régionale spécialisé dans la protection des chiroptères et des amphibiens.

Expert auprès du Comité français de l'UICN.

Membre du conseil de gestion des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau.

Premier coordinateur régional d'Ile de France du groupe « chiroptères » de la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères.

Organisateur des 3^e rencontres nationales « Chiroptères » à Malesherbes en 1989.

Assure l'animation et la rédaction de l'atlas des mammifères sauvages de Seine et Marne.

Publie dans diverses revues scientifiques nationales et internationales.

A effectué depuis 2004, 140 expertises chiroptologiques pour des parcs éoliens, et de nombreux suivis de parcs éoliens.

2) Contexte et objectifs :

Les parcs éoliens peuvent avoir une incidence sur l'avifaune et les chiroptères et certaines espèces protégées. Les impacts potentiels sont une mortalité accidentelle par collision avec les pales en mouvement ou par barotraumatisme (chiroptères).

Aujourd'hui, l'impact des éoliennes sur les oiseaux et les chauves-souris a été démontré par un grand nombre d'études réalisées en Amérique du Nord et en Europe (BRINKMANN, 2006 ; ARNETT, 2007 ; DULAC, 2008 ; CORNUT et al., 2010).

Un suivi est prévu par l'article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :
L'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 impose désormais à l'exploitant d'un parc éolien de mettre en place un suivi environnemental au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement afin d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

La société Les éoliennes des 4 vents, représentée par GDF SUEZ Futures Energies, exploite depuis 2007 le parc éoliens de Saint Servais situé dans le département des Côtes d'Armor (22).

Le parc éolien de Saint Servais comprend 7 éoliennes.

Le parc éolien de Saint Servais fonctionne depuis 8 ans.

L'étude d'impact a été réalisée en 2005 par le Forum Centre Bretagne Environnement et le Bureau d'études Nass & Wind Technologie.

3) Méthodologie

Méthodologie

Le protocole suit, dans ses grandes lignes, les recommandations nationales et européennes en matière de suivi de la mortalité engendrée par les éoliennes (André 2004, Rodrigues *et al.* 2008).

Nous travaillerons plus précisément selon la méthode d'André (Protocoles de suivi de mortalité sous les parcs éoliens, LPO, 2009).

Nous rechercherons visuellement les cadavres de chiroptères sous les éoliennes, dans un rayon de 50 mètres autour des machines.

Pour assurer l'homogénéité des prospections, un ordinateur portable muni d'un GPS et d'une cartographie embarquée (IGN 1 :25000 et/ou ortho photos) est utilisé.

Nous prospections le cercle de 50 mètres visualisé sur l'écran de l'ordinateur et nous effectuons des passages espacés de 5 m, en suivant les données indiquées par le GPS.

En cas de zone inaccessible pour cause de culture par exemple, la surface non prospectée sera mesurée et un facteur de correction sera appliqué.

Le suivi sera effectué pendant la période où la mortalité des chiroptères est la plus élevée près des éoliennes, c'est-à-dire durant les mois d'août, septembre et octobre, à raison d'une visite par semaine, soit 12 visites.

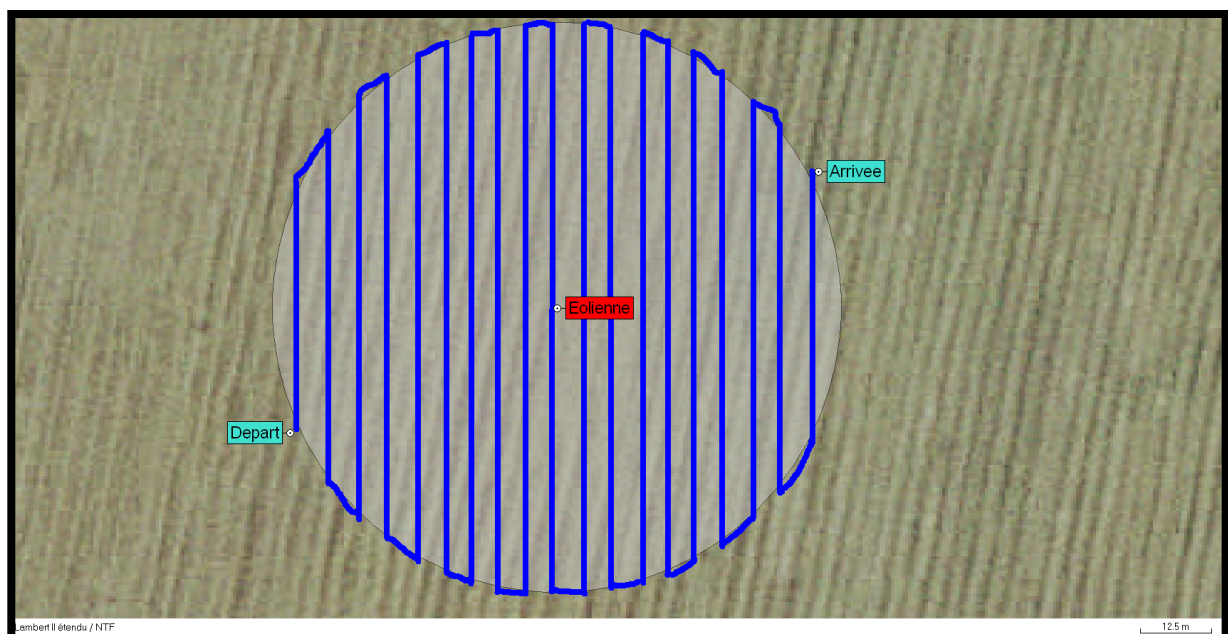


Schéma n° 1 : Trajet effectué pour rechercher les cadavres de chiroptères.

Facteurs de correction

Pendant la recherche, le nombre d'individus trouvés dépend de deux paramètres essentiels : l'efficacité de l'observateur à détecter les cadavres et la vitesse à laquelle ils disparaissent du fait, notamment, de la faune nécrophage.

Ces deux biais sont extrêmement importants et doivent être déterminés avec précision.

1) Détermination de l'efficacité du chercheur de cadavres (D)

Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal.

Nous évaluons ce coefficient en faisant disposer par une tierce personne, des leurres ressemblant le plus possible à une chauve-souris (des morceaux de mousse noire d'une longueur de 6 cm et d'une épaisseur de 3 cm.

Puis nous effectuons une recherche de cadavres dans les conditions normales du suivi.

Le nombre de leurres découverts par rapport au nombre de leurres déposées constitue le taux de découverte (D).

2) Détermination du taux de correction (P)

Il est nécessaire de déterminer combien de temps les cadavres de chiroptères restent sous les éoliennes avant de disparaître sous l'effet des prédateurs ou de la faune nécrophage.

Nous effectuons un test tel qu'il est prescrit dans les méthodologies habituelles, c'est-à-dire en disposant 10 cadavres de souris sous une éolienne, en des endroits bien matérialisés

Si 2 cadavres sur 10 disparaissent au bout de 4 jours, on a : $P = 0.8$.

Ces données permettent de déterminer le taux de persistance (P) et la durée moyenne de persistance (t) des cadavres.

Cependant, la bibliographie montre que l'utilisation de souris ou d'autres animaux est fortement biaisée car les prédateurs sont friands de micromammifères, alors qu'ils délaissent généralement les chiroptères.

Afin de vérifier cela, nous laisserons les cadavres de chiroptères que nous trouverons lors de nos recherches afin de vérifier combien de temps ils mettent avant de disparaître.

L'expérience montre que le temps de disparition des cadavres de chiroptères est nettement plus élevé que pour les cadavres de souris.

En fait, l'examen des cadavres à chaque visite a montré que les prédateurs ne mangeaient pas les chiroptères, mais que des insectes nécrophages mangeaient uniquement le corps des chauves-souris.

Il reste ensuite la peau du corps et les os qui se dessèchent et sont ensuite dispersés par le vent.

3) Estimation de la mortalité

Il existe différentes méthodes d'estimation de la mortalité avifaunistique et chiroptérologique engendrée par un parc éolien.

Dans cette étude, 4 formules seront été appliquées et comparées.

Il existe différentes méthodes d'estimation de la mortalité avifaunistique et chiroptérologique engendrée par un parc éolien.

Différentes notations sont utilisées afin d'appliquer ces formules :

N : Nombre estimé de cadavres

C : Nombre de cadavres découverts

P : Taux de persistance d'un cadavre = nombre de cadavres restant après 4 jours

D : Coefficient correcteur de détection

A : Coefficient de correction surfacique (surface potentielle de chute/surface prospectée)

i : Fréquence de passage (en jours)

t : Durée moyenne de persistance des cadavres (en jours)

\hat{i} : Intervalle effectif = $-\log(0.01) \times t$

\hat{e} : Coefficient correcteur de l'intervalle = $\text{Min}(i : \hat{i})/i$

WINKELMANN

La formule de WINKELMANN (1989) est la méthode d'estimation la plus simple et la plus couramment utilisée dans le protocole national. Cette formule n'est pas applicable quand tous les cadavres du test prédation ont disparu au passage suivant, P étant alors égal à 0. Le coefficient de surface « A » a été ajouté pour obtenir la formule suivante : $N = C/(P \times D) \times A$

ERICKSON

La formule d'ERICKSON (2000) intègre la durée de persistance moyenne des cadavres. Cette formule fonctionne même lorsque P vaut 0. Le coefficient de surface a été ajouté pour obtenir la formule suivante : $N = (C \times i)/(t \times D) \times A$

JONES

La formule proposée par JONES et *al.* (2009) repose sur le fait que le taux de mortalité est constant dans le temps et que la persistance des cadavres suit une variable exponentielle négative. De plus, elle part du postulat que la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle. Dans le cadre de cette méthode d'estimation, P est calculé de la façon suivante : $P = \exp(-0.5 \times i/t)$. Le coefficient de surface a été ajouté pour obtenir la formule suivante : $N = C/(D \times P \times \hat{e}) \times A$

HUSO

HUSO (2010) considère que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre (voir JONES), tout en considérant une mortalité constante dans le temps. Dans le cadre de cette méthode d'estimation, P est calculé de la façon suivante : $P = t \times (1 - \exp(-i/t))/i$. Le coefficient de surface a été ajouté pour obtenir la formule suivante : $N = C/(D \times P \times \hat{e}) \times A$

Présentation des résultats

Les résultats seront analysés et feront l'objet d'un rapport de synthèse qui précisera :

- La description de l'environnement des éoliennes (nb, hauteur, paysage...)
 - Un rappel des enjeux et impacts potentiels identifiés dans l'étude d'impact ou tout autre suivi, en préambule de ce rapport,
 - Un rappel et un résumé des résultats des suivis des mesures compensatoires, si existantes, à la date de remise de ce rapport,
 - Le protocole de suivi ainsi que les dates et conditions météorologiques des journées de suivi et le nom du ou des observateurs.
-
- pour chaque cadavre découvert, l'observateur notera sur une fiche :
 - l'espèce (autant que possible),
 - l'état apparent du cadavre,
 - la localisation précise et géo référencée de la découverte (n° de l'éolienne concernée, distance au mat, orientation),
 - la cause présumée de la mort (en fonction de l'espèce, de son état apparent et de sa localisation par rapport aux obstacles présents).

- une estimation standardisée de mortalité par an et par éolienne,
- une analyse des résultats comparée à ceux identifiés lors de l'étude initiale d'impact, avec des propositions de mesures de réduction si une mortalité avérée et significatifs venaient à être identifiés,
- En annexe, une présentation des données brutes et des biais des suivis.

Planning d'intervention :

1 passage par semaine entre le 1 août 2015 et le 30 octobre 2015.

4) Localisation et description du site d'étude

Le parc éolien de Saint Servais est situé dans le département des Côtes d'Armor (22) sur la commune de Saint-Servais ; il comprend 7 éoliennes.

Ce parc fonctionne depuis 8 ans.

La carte n° 1 localise ce parc.

La zone d'implantation s'étale de 230 mètres à 250 mètres d'altitude.

Ce site est situé dans un espace destiné à l'activité agricole (élevage ovin) et composé de prairies pâturées et fauchées, de labours mais également de cultures (maïs...) principalement en sa partie Sud.

Le linéaire de haies est bien représenté et composé majoritairement de haies arborées (parfois disparates dans sa partie Sud), excepté sur les hauteurs Nord-est où il est composé de haies buissonnantes de moins de 2 mètres de hauteur.

Le réseau bocager reste relativement dense et bien conservé avec toutefois une agriculture intensive de fourrage.

Les milieux humides sont peu représentés sur ce site.



Carte n° 1 : Localisation du parc éolien de Saint Servais.

4.1) Peuplement chiroptologique de la zone d'étude

L'étude d'impact a été réalisée en 2005 par le Forum Centre Bretagne Environnement et le Bureau d'études Nass & Wind Technologie.

D'après cette étude, la zone d'implantation révèle un intérêt mineur pour les chauves-souris au vu du nombre réduit d'espèces contactées (2 à 4), des densités d'animaux moyennement élevées dans un milieu aux habitats pourtant relativement diversifiés.

Cependant, cette expertise n'a été effectuée que durant la période automnale et seulement 5 sorties ont été effectuées (4 sorties au détecteur et 1 sortie de capture aux filets).

Des sorties pendant toute la période d'activité des chiroptères sont nécessaires afin d'avoir une vision précise des populations de chiroptères fréquentant le site, et des sorties au printemps et en été auraient dûes être effectuées.

De plus, le matériel utilisé (détecteur Petterson D220) ne permet pas l'identification de toutes les espèces ce qui n'a permis d'identifier formellement que 2 espèces sur le site.

Le peuplement chiroptologique de ce site est donc composé des espèces suivantes :

- Pipistrelle commune
- Sérotine commune
- Groupe Pipistrelle de nathusius/Pipistrelle de kuhl
- Murin indéterminé

5) Analyse des résultats

5.1) Analyse des milieux environnants chacune des éoliennes

Nous avons analysé les milieux environnants chacune des éoliennes et notamment la proximité de haies ou de boisements.

Un cercle d'un rayon de 50 mètres a été pris en compte pour cette analyse.

Cette analyse a été faite lors d'une visite de terrain, et l'état des cultures a été vérifié chaque semaine lors des visites.

Nous avons noté le pourcentage de chacun des milieux lorsqu'il y en a plusieurs de différents sous la même éolienne.

Le tableau ci-dessous décrit l'environnement des éoliennes à l'intérieur de ce cercle de 50 mètres, ainsi que la distance avec la lisière la plus proche.

Cette lisière est constituée d'une haie pour chacune de ces éoliennes.

N° des éoliennes	Distance de la lisière la plus proche (en mètres)	Milieux environnants (à l'intérieur d'un cercle de 50 m de rayon)
1	26	Maïs sur pied (100%)
2	17	Prairie (100%)
3	20	Blé sur pied puis coupé(100 %)
4	26	Lande à genêts (100 %)
5	16	Prairie (100 %)
6	20	Prairie (100 %)
7	15	Prairie (100 %)

Les cartes n° 2 à n° 8 localisent les 7 éoliennes sur fond d'ortho photos. Un cercle de couleur gris clair délimite le cercle d'un rayon de 50 mètres.

Un trait de couleur jaune délimite la distance avec la haie la plus proche.

Les photos n° 1 à n° 7 montrent les milieux autour de chacune des 7 éoliennes.



Carte n° 2 : Localisation de l'éolienne n° 1 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Carte n° 3 : Localisation de l'éolienne n° 2 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Carte n° 4 : Localisation de l'éolienne n° 3 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Carte n° 5 : Localisation de l'éolienne n° 4 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Carte n° 6 : Localisation de l'éolienne n° 5 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Carte n° 7 : Localisation de l'éolienne n° 6 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Carte n° 8 : Localisation de l'éolienne n° 7 sur fond d'ortho photos (cercle de couleur gris clair : rayon de 50 mètres, trait de couleur jaune : distance avec la haie la plus proche).



Photo n° 1 : Eolienne n° 1 : culture de maïs.



Photo n° 2 : Eolienne n° 2 : prairie.



Photo n° 3 : Eolienne n° 3 : culture de blé.



Photo n° 4 : Eolienne n° 4 : landes.



Photo n° 5 : Eolienne n° 5 : prairie.



Photo n° 6 : Eolienne n° 6 : prairie.



Photo n° 7 : Eolienne n° 7 : prairie.

5.2) Facteurs de correction

Pendant la recherche, le nombre d'individus trouvés dépend de deux paramètres essentiels : l'efficacité de l'observateur à détecter les cadavres et la vitesse à laquelle ils disparaissent du fait, notamment, de la faune nécrophage.

Ces deux biais sont extrêmement importants et doivent être déterminés avec précision.

A) Détermination de l'efficacité du chercheur de cadavres (D)

Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal.

Certaines zones ne peuvent pas être prospectées à cause du couvert végétal ; pour les éoliennes étudiées, il s'agit de zones de culture sur pied (maïs ou blé) et de zones de landes qui sont impénétrables et où les possibilités de découverte de cadavre de chiroptères sont nulles.

Dans ce cas, seule la zone gravillonnée devant l'éolienne est prospectée.

Nous avons évalué ce coefficient en faisant disposer par une tierce personne, des leurres ressemblant le plus possible à une chauve-souris (des morceaux de mousse noire d'une longueur de 6 cm et d'une épaisseur de 3 cm. 10 leurres ont été placés près de chaque éolienne, (hors zone gravillonnée) soit au total 70 leurres.

Puis nous avons effectué une recherche de cadavres dans les conditions normales du suivi.

Le nombre de leurres découverts par rapport au nombre de leurres déposées constitue le taux de découverte (D).

Exemple pour l'éolienne n° 1 : - $D = 1/10$

N° des éoliennes	Milieus environnants	Nombre de leurres trouvés	Taux de détection (D)
1	Maïs sur pied (100%)	1	0,1
2	Prairie (100%)	3	0,3
3	Blé sur pied puis coupé(100 %)	1 - 2	0,1/0,2
4	Lande à genêts (100 %)	1	0,1
5	Prairie (100 %)	3	0,3
6	Prairie (100 %)	4	0,4
7	Prairie (100 %)	4	0,4

La valeur du taux de détection de l'observateur est comprise entre 0,1 et 0,4 selon l'éolienne.

B) Détermination du taux de correction (P)

Il est nécessaire de déterminer combien de temps les cadavres de chiroptères restent sous les éoliennes avant de disparaître sous l'effet des prédateurs ou de la faune nécrophage.

Nous avons effectué un test tel qu'il est prescrit dans les méthodologies habituelles, c'est-à-dire en disposant 10 cadavres de souris sous chaque éolienne, en des endroits bien matérialisés, soit au total 70 souris.

Nous avons déposé ces cadavres le 3 août 2015, avec des gants afin de limiter l'odeur humaine. Nous sommes retournés une semaine après le 10 août et la totalité des cadavres avaient disparu.

$P = 0 : 70$.

Ce test donnerait donc un taux de correction (P) de 0.

Cependant, la bibliographie montre que l'utilisation de souris ou d'autres animaux est fortement biaisée car les prédateurs sont friands de micromammifères, alors qu'ils délaissent généralement les chiroptères.

Afin de vérifier cela, nous avons laissé les cadavres de chiroptères que nous avons trouvés lors de nos recherches afin de vérifier combien de temps ils mettaient avant de disparaître.

Le tableau suivant montre combien de temps les cadavres sont restés sur le site :

Cadavre	Date découverte	Date présence	Temps
Pipistrelle commune	19 aout	27 aout 4 septembre	16 jours
Pipistrelle commune	4 septembre	11 septembre 18 septembre	14 jours

Le temps de disparition des cadavres de chiroptères est nettement plus élevé que pour les cadavres de souris.

En fait, l'examen des cadavres à chaque visite a montré que les prédateurs ne mangeaient pas les chiroptères, mais que des insectes nécrophages mangeaient uniquement le corps des chauves-souris.

Il reste ensuite la peau du corps et les os qui se dessèchent et sont ensuite dispersés par le vent.

Si on se base sur la disparition des cadavres de chiroptères, le taux de correction (P) est de 1.

En prenant en compte les 2 techniques, nous arrivons à un taux de correction de :

$$P = (0+2) : (70+2) = 0,02$$

5.3) Dates de prospection

Les recherches de cadavres ont été effectuées aux dates suivantes :

Dates de prospection
3 aout
13 aout
19 aout
27 aout
4 septembre
11 septembre
18 septembre
25 septembre
2 octobre
9 octobre
16 octobre
23 octobre

Résultats

Deux cadavres de chiroptère a été trouvé au cours des 12 contrôles effectués entre le 3 aout et le 23 octobre 2015 sous les 7 éoliennes.

Dates de prospection	Nombre de cadavres trouvés
3 aout	0
13 aout	0
19 aout	1
27 aout	0
4 septembre	1
11 septembre	0
18 septembre	0
25 septembre	0
2 octobre	0
9 octobre	0
16 octobre	0
23 octobre	0

5.4) Caractéristiques des espèces et des individus trouvés morts

La seule espèce impactée est la pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ce qui est conforme aux résultats obtenus en France (Dubourg-Savage/SFEPM 2009, Dulac 2008) ou bien encore en Allemagne mais de manière plus relative pour certains sites (Brinkmann et al. 2006) où les Pipistrelles communes sont les espèces souffrant le plus de la mortalité vis-à-vis des éoliennes.

Au sujet de la mortalité des Pipistrelles communes, cette espèce se déplace le plus souvent à faible hauteur en suivant les éléments linéaires du paysages, souvent les haies ou les lisières.

Cependant, elle est aussi notée parfois en vol en altitude (20 à 50 mètres).

Causes de mortalité

La Pipistrelle commune trouvée morte le 19 aout, présentait une plaie important au niveau du ventre. La cause de mortalité semble donc être un choc probablement avec une pale.

La Pipistrelle commune trouvée morte le 4 septembre ne présentait aucune blessure ce qui laisse penser à une mortalité par barotraumatisme, C'est-à-dire un choc provoqué par la baisse brutale de la pression de l'air au voisinage des pales dont la vitesse dépasse, à leur extrémité, la barre des 200 km/h.



Photo n° 8 : cadavre de Pipistrelle trouvé le 19 aout.



Photo n° 9 : cadavre de Pipistrelle trouvé le 4 septembre.

5.5) Age et sexe des individus trouvés morts

Le sexe de la Pipistrelle commune trouvée le 19 aout n'a pas pu être déterminé en raison de sa plaie au ventre. Il s'agissait d'un individu adulte.

La Pipistrelle commune trouvée le 4 septembre était un mâle adulte.

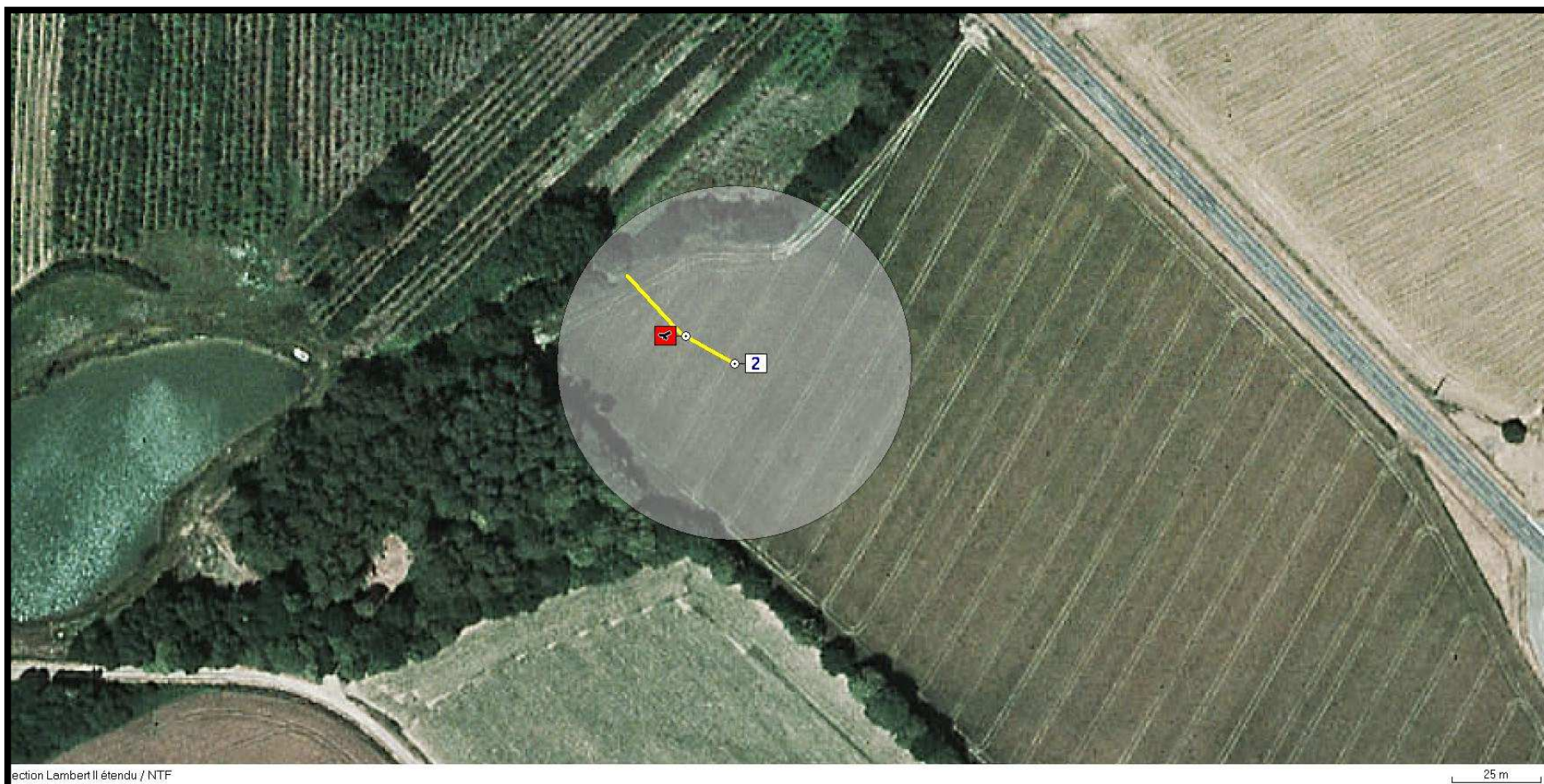
	Sexe	Age
19 aout	Indéterminé	Adulte
4 septembre	Mâle	Adulte

5.6) Distribution spatiale des cadavres :

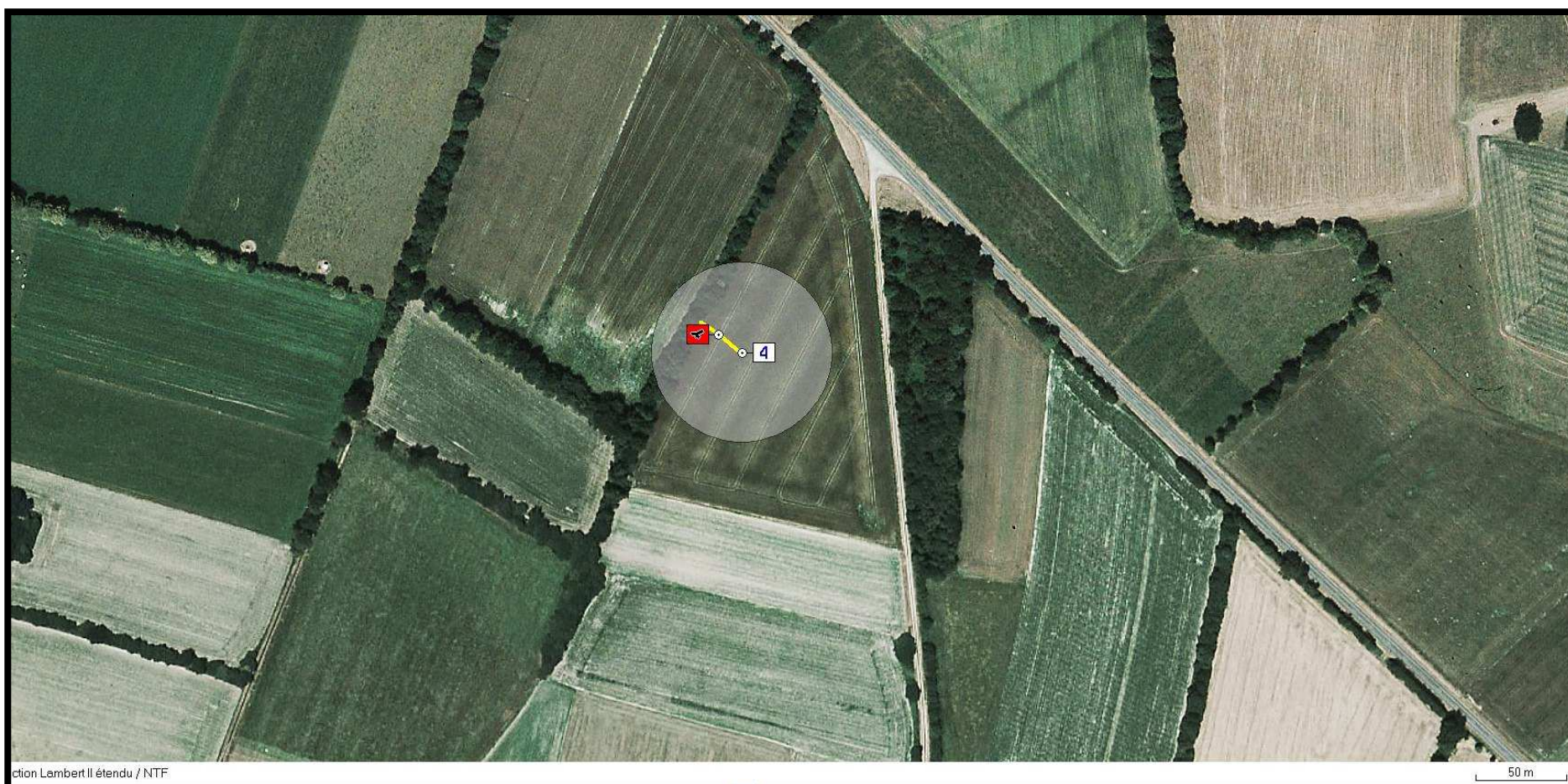
Les cadavres ont été trouvés sous les éoliennes n° 2 et n° 4 (voir carte n° 9, n° 10, n°11 et n° 12).



**Carte n° 9 : localisation du cadavre trouvé le 19 aout 2015
près de l'éolienne n° 2, vue large, carré rouge : cadavre de chiroptère.**



**Carte n° 10 : localisation du cadavre trouvé le 19 aout 2015
près de l'éolienne n° 2, vue serrée, carré rouge : cadavre de chiroptère.**



**Carte n° 11 : localisation du cadavre trouvé le 4 septembre 2015
près de l'éolienne n° 4, vue large, carré rouge : cadavre de chiroptère.**



**Carte n° 12 : localisation du cadavre trouvé le 4 septembre 2015
près de l'éolienne n° 4, vue serrée, carré rouge : cadavre de chiroptère.**

Les distances par rapport au mat des éoliennes et par rapport aux lisières les plus proches sont les suivantes :

Dates	Espèce	Eolienne concernée	Distance par rapport au mat	Distance par rapport à la lisière
19 aout 2015	Pipistrelle commune	2	17 m	22 m
4 septembre 2015	Pipistrelle commune	4	16 m	12 m

N° des éoliennes	Distance de la lisière la plus proche (en mètres)
1	26
2	17
3	20
4	26
5	16
6	20
7	15

Les 2 éoliennes où des cadavres de chiroptères ont été trouvés (éoliennes n° 2 et n° 4) ne sont pas celles situées les plus près des lisières, puisque comme le montre le tableau ci-dessus, les éoliennes n° 5 et n° 6 sont situées plus près des lisières et qu'aucun cadavre n'a été trouvé près de celles-ci.

La proximité des lisières n'est donc pas le facteur entraînant une mortalité.

Le type de culture ne semble pas jouer un rôle important puisque l'éolienne n° 2 (1 cadavre) est située dans une prairie, alors que les éoliennes n° 5, n° 6 et n° 7 sont situées aussi dans des prairies et qu'aucun cadavre n'a été trouvé.

Par contre, la présence d'un étang près de l'éolienne n° 2 constitue probablement un territoire de chasse.

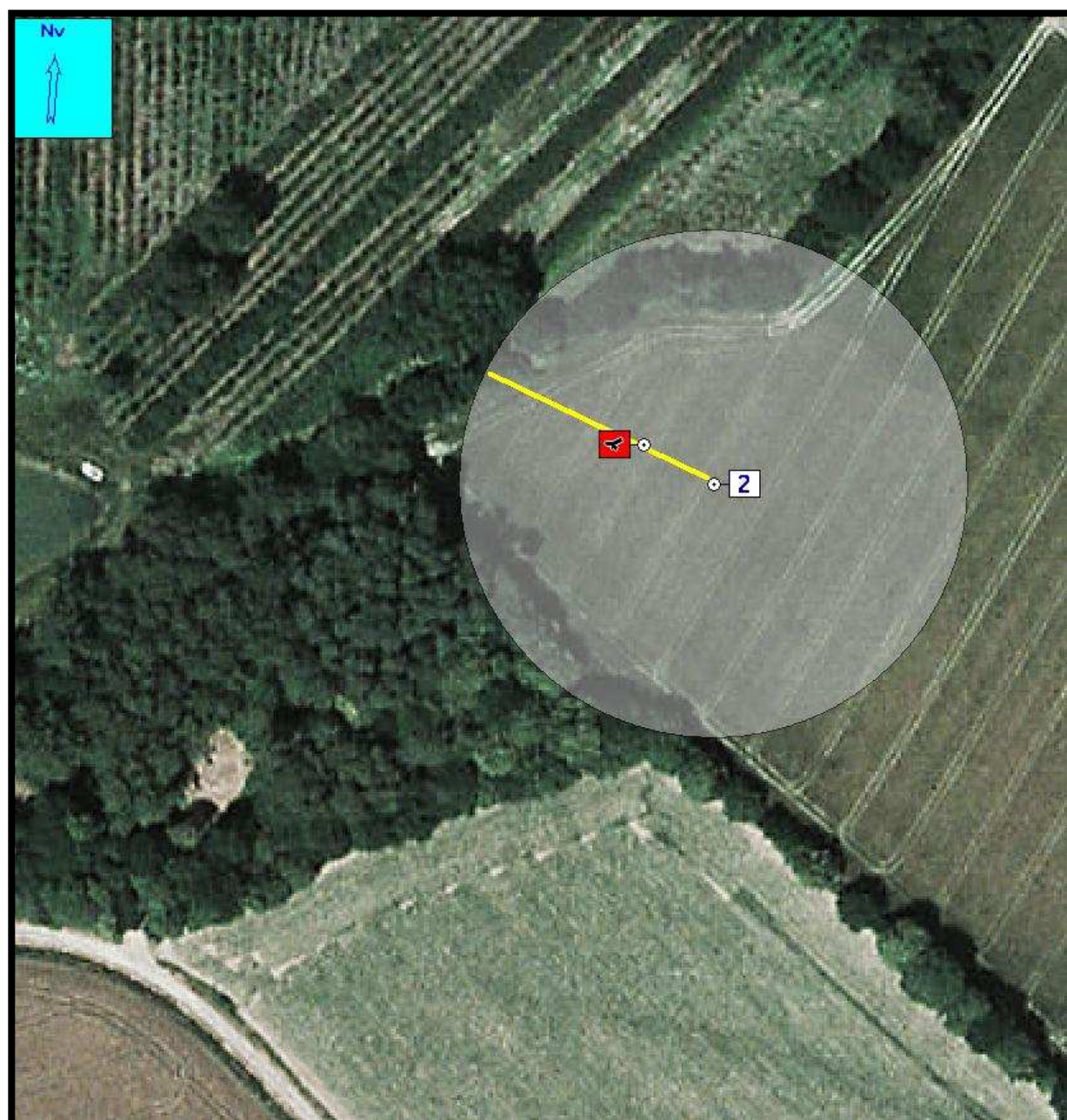
N° des éoliennes	Milieus environnants
1	Maïs sur pied (100%)
2	Prairie (100%)
3	Blé sur pied puis coupé(100 %)
4	Lande à genêts (100 %)
5	Prairie (100 %)
6	Prairie (100 %)
7	Prairie (100 %)

L'éolienne n° 2 est située le long d'un linéaire de haie qui sert peut-être de couloir de déplacement (voir carte n° 9 et n° 10).

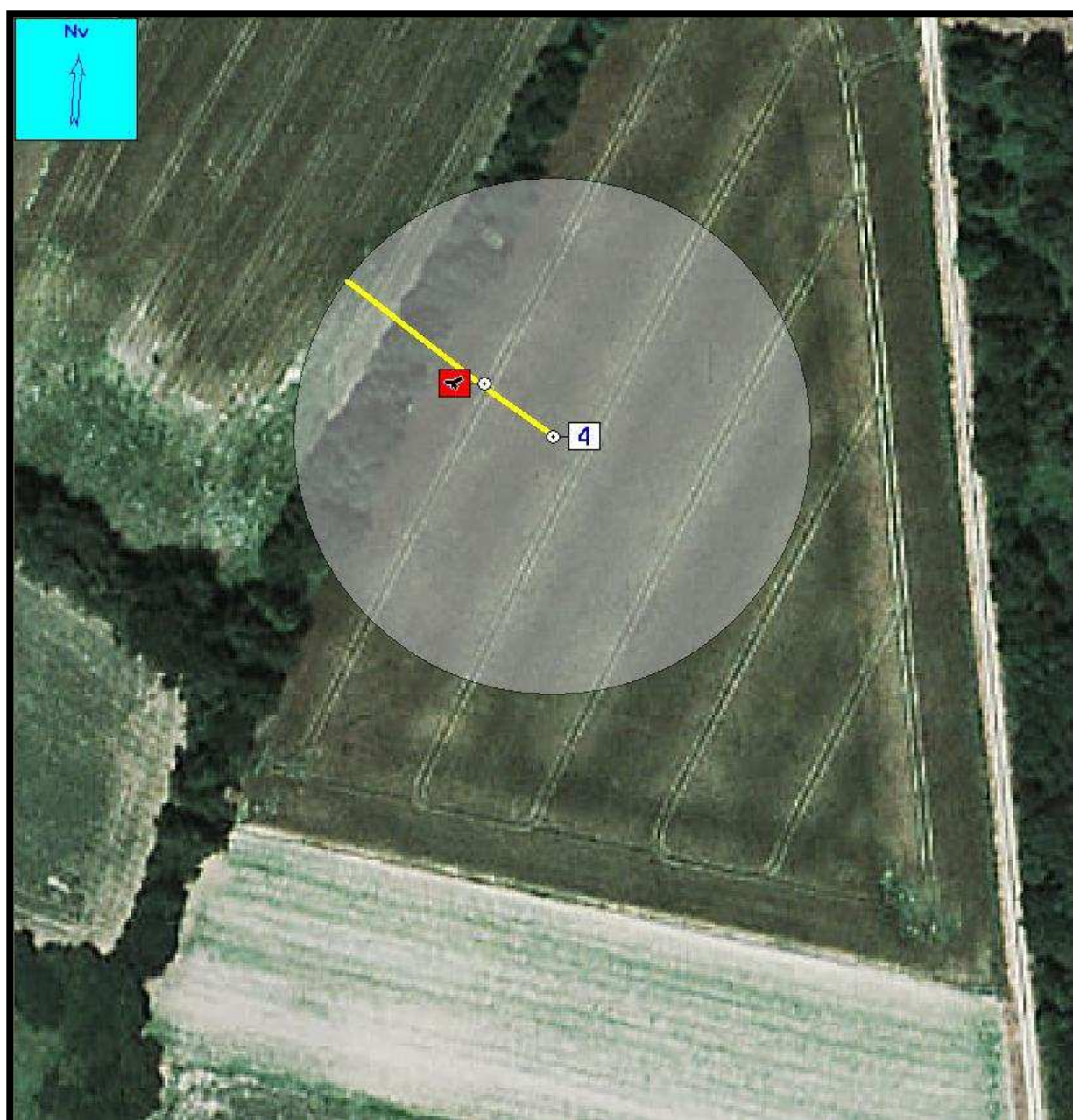
A l'emplacement de l'éolienne n° 2, les haies forment un angle et il est possible que des chiroptères « coupent » à travers champs au lieu de suivre les lisières.

Pour l'éolienne n° 4, le réseau de haie est particulièrement dense et peut servir d'axe de déplacement pour les chiroptères.

5.7) Répartition radiale des cadavres par rapport aux mats des éoliennes



Carte n° 11 : répartition radiale des cadavres par rapport au mat de l'éolienne n° 2, axe : 292°.



Carte n° 11 : répartition radiale des cadavres par rapport au mat de l'éolienne n° 4, axe : 302°.

5.8) Distribution temporelle des cadavres :

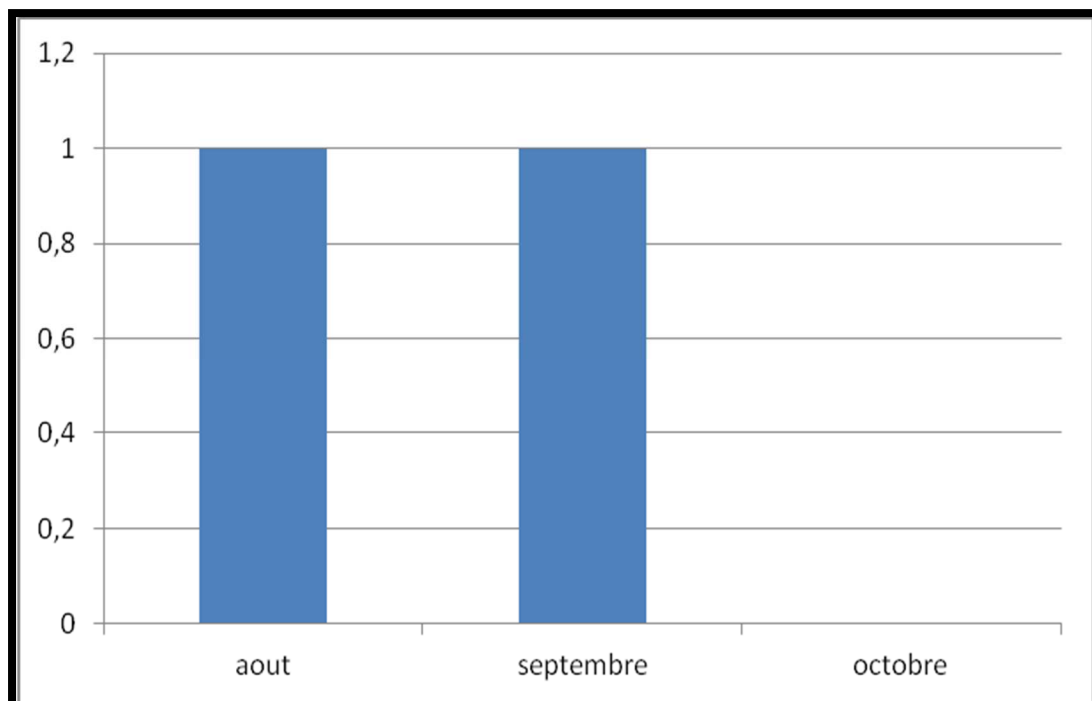
A l'époque où nous avons trouvé les cadavres, les Pipistrelles effectuent des déplacements vers leurs sites d'hibernation, il s'agit aussi de la période du « swarming » (rassemblement automnaux pour le rut).

Les deux cadavres de chiroptères ont été trouvés fin août/début septembre. Cette période constitue, pour les chiroptères la fin de la période de chasse, ainsi que le début de la période de transit automnal.

C'est à cette époque que les chauves-souris se rapprochent des gîtes d'hiver.

Généralement, en France cette période est comprise entre le 1 août et le 30 septembre, mais elle est plus courte dans la partie nord de la France où les températures baissent assez vite dès la fin août.

Nos résultats sont en accord avec les données bibliographiques où il est généralement noté une majorité de victimes entre la fin de l'été et le début de l'automne constituant un pic de mortalité plus ou moins prononcé (Arnett et al. 2008).



Distribution temporelle des cadavres.

5.9) Estimation du nombre effectif de victimes et facteurs de correction

Rappel de la méthode de calcul :

N : Nombre estimé de cadavres

C : Nombre de cadavres découverts

P : Taux de persistance d'un cadavre = nombre de cadavres restant après 4 jours

D : Coefficient correcteur de détection

A : Coefficient de correction surfacique (surface potentielle de chute/surface prospectée)

i : Fréquence de passage (en jours)

t : Durée moyenne de persistance des cadavres (en jours)

\hat{i} : Intervalle effectif = $-\log(0.01) \times t$

\hat{e} : Coefficient correcteur de l'intervalle = $\text{Min}(i : \hat{i})/i$

Application pour les éoliennes n° 2 et n° 4 où les cadavres ont été trouvés :

Date et éolienne	C	P	D	A	i	t	\hat{i}	\hat{e}
19 août(Eol 2)	1	0,02	0,3	1	7	7	0,07	14
4 sept(Eol 4)	1	0,02	0,1	1	7	7	0,07	14

WINKELMANN : $N = C/(P \times D) \times A$

Eolienne n° 2 : $N = 1/(0,02 \times 0,3) \times 1$ $N = 1$

Eolienne n° 4 : $N = 1/(1 \times 0,1) \times 1$ $N = 1$

ERICKSON : $N = (C \times i)/(t \times D) \times A$

Eolienne n° 2 : $N = (1 \times 7)/(7 \times 0,3) \times 1$ $N = 3,3$

Eolienne n° 4 : $N = (1 \times 7)/(7 \times 0,1) \times 1$ $N = 10$

JONES

Dans le cadre de cette méthode d'estimation, P est calculé de la façon suivante :

$P = \exp(-0.5 \times i/t)$. Le coefficient de surface a été ajouté pour obtenir la formule suivante : **$N = C/(D \times P \times \hat{e}) \times A$**

$P = -0,5$

Eolienne n° 2 : $N = 1/(0,3 \times 0,02 \times 14) \times 1$ $N = 12$

Eolienne n° 4 : $N = 1/(0,1 \times 0,02 \times 14) \times 1$ $N = 36$

HUSO

Le coefficient de surface a été ajouté pour obtenir la formule suivante : $N = C/(D \times P \times \hat{e}) \times A$

Eolienne n° 2 : $N = 1/(0,3 \times 0,02 \times 14) \times 1$ $N = 11,9$

Eolienne n° 4 : $N = 1/(0,1 \times 0,02 \times 14) \times 1$ $N = 35,7$

Les calculs pour l'ensemble du parc sont les suivants :

WINKELMANN :

Eoliennes	Estimation de mortalité
1	0
2	1
3	0
4	1
5	0
6	0
7	0
Total	2

ERICKSON :

Eoliennes	Estimation de mortalité
1	0
2	3,3
3	0
4	10
5	0
6	0
7	0
Total	13,3

JONES :

Eoliennes	Estimation de mortalité
1	0
2	12
3	0
4	36
5	0
6	0
7	0
Total	48

HUSO :

Eoliennes	Estimation de mortalité
1	0
2	11,9
3	0
4	35,7
5	0
6	0
7	0
Total	45,7

Estimation de la mortalité selon les différentes méthodes de calcul pour la période de 3 mois :

Méthodes de calcul	Estimation de mortalité
WINKELMANN	2
ERICKSON	13,3
JONES	48
HUSO	45,7

Ces résultats concernent une période bien précise, qui est la période où les chiroptères se déplacent le plus, et où la mortalité vis-à-vis des éoliennes est généralement la plus forte.

Toute extrapolation vers un nombre de chiroptères tués par an est hasardeuse compte tenu de la variation des conditions biologiques.

Les estimations de mortalité sur le parc éolien de Saint-Servais pendant les mois d'août, septembre et octobre 2015 sont différentes selon la méthode de calcul utilisée.

La méthode de WINKELMANN est la plus simple et la plus couramment utilisée. Elle peut surestimer la mortalité lorsque le taux de persistance au passage suivant est faible, ce qui n'est pas le cas durant ce suivi.

La méthode d'ERICKSON au contraire, a tendance à sous-estimer la mortalité lorsque la durée moyenne de persistance est élevée.

JONES estime que le taux de persistance peut être approché par la probabilité de trouver un cadavre tombé à moitié de l'intervalle entre 2 visites, alors que HUSO utilise la probabilité de trouver un cadavre à n'importe quel moment de l'intervalle, ce qui explique la différence d'estimation.

Le faible taux de détection (0,1) sous l'éolienne n° 4, dû aux milieux impénétrables (landes) fait augmenter l'estimation de mortalité et la surévalue probablement très fortement.

Les estimations de mortalité varient entre 2 et 48, la moyenne des estimations est de 27. Nous pensons que cette moyenne est surévaluée et que l'estimation d'ERIKSON (13) est probablement la plus proche de la réalité.

Le tableau suivant compare la mortalité du parc de Saint Servais avec d'autres parcs éoliens.

Nous avons comparé le nombre de cadavres trouvés et non les estimations de mortalité car les méthodes de calcul varient selon les auteurs.

On voit que la mortalité sous les parcs éoliens de Bretagne que nous avons étudiés est faible puisqu'elle varie entre 0 et 3.

Cette mortalité est plus forte pour le parc de Bouin et de Leuze, mais ces parcs sont situés en zone potentiellement très riches en chiroptères. Pour les parcs allemands et américains du tableau, la situation est la même puisqu'ils sont situés en zone forestière.

Site	Période d'étude	Fréquence des contrôles	Nombre d'éoliennes échantillonnées	Nombre de cadavres	Références
Saint Servais	1 aout au 30 octobre 2015	7 jours	7	2	Lustrat-GDF 2015
Plumieux	1 aout au 30 octobre 2015	7 jours	8	0	Lustrat-GDF 2015
Bretagne (non publié)	9 aout 2011 au 17 octobre 2011	15 jours	5	1	Lustrat 2013
Bretagne (non publié)	10 aout 2011 au 3 novembre 2011	15 jours	8	1	Lustrat 2011
Bretagne (non publié)	10 aout 2011 au 2 novembre 2011	15 jours	4	3	Lustrat 2011
Mas de Leuze	17 mars-27 nov. 2009	3 ou 7 jours	9	103	Aves 2008
Bouin(France)	2004	7 jours	8	25	Dulac 2008
Bouin(France)	2005	7 jours	8	21	Dulac 2008
Bouin(France)	2006	7 jours	8	16	Dulac 2008
District Fribourg (Allemagne)	Fin juillet-fin oct 2004	5 jours	16	40	Brinkmann <i>et al.</i> 2006
District Fribourg (Allemagne)	Début avril-mi-mai et mi-juillet-mi-octobre 2005	5 jours	8	10	Brinkmann <i>et al.</i> 2006
Buffalo Moutain Windfar (Etats-Unis)	1er avril-31 décembre 2005	7 jours sauf en déc. (15 j) et du 23 août au 13 sept. (2-5 j)	18	243	Fiedler <i>et al.</i> 2007

Mortalité des chauves-souris dans différents parcs éoliens européens.

6) Enjeux chiroptologiques

La Pipistrelle commune chasse dans une grande variété de milieux : forêts, milieux humides, villes, où elle se nourrit de petits insectes.

Elle gîte dans les habitations (combles, faux plafonds dans les pavillons, joints de dilations, rebord de fenêtre pour les bâtiments), et dans les cavités dans les arbres. Elle peut gîter au milieu des champs (Lustrat, 2001).

Son régime alimentaire est constitué de micro Lépidoptères et de Diptères.

Cette espèce est largement répandue et commune dans toute l'Europe.



Photo n° 10 : Pipistrelle commune.

Sur le plan de la conservation des espèces, la mortalité des chauves-souris liée aux éoliennes du parc de Saint Servais n'est pas préoccupante car sa valeur estimée est faible.

De plus, une seule espèce est concernée, la Pipistrelle commune, qui n'est pas menacée que ce soit au niveau local ou au niveau national.

La Pipistrelle commune est abondante et bien répandue en Bretagne, puisque nous la détectons partout dans cette région lors de nos prospections.

De plus, ce n'est pas une espèce menacée, elle est d'ailleurs très commune dans toute les villes.

7) Mesures afin de limiter la mortalité

Les conclusions de l'étude d'impact effectué en 2005 par le Forum Centre Bretagne Environnement et le Bureau d'études Nass & Wind Technologie estimaient que « la zone d'implantation pressentie présente un intérêt mineur pour les chauves-souris au vu du nombre relativement réduit d'espèces contactées, des densités d'animaux moyennement élevées dans un environnement qui présente de forte potentialités au regard des habitats présents ».

Les résultats de ce suivi de mortalité confirment cette faible fréquentation par les chiroptères puisque seulement 2 cadavres ont été trouvés.

Les estimations de mortalité varient entre 2 et 48, la moyenne des estimations est de 27. Nous pensons que cette moyenne est surévaluée et que l'estimation d'ERIKSON (13) est probablement la plus proche de la réalité.

Etant donné la faible mortalité, et les faibles enjeux de l'espèce concernée, il n'apparaît pas nécessaire de mettre en œuvre des mesures afin de limiter cette mortalité.

8) Conclusion

Cette étude a démontré que le parc éolien de Saint Servais ne cause qu'une faible mortalité chiroptologique puisque seulement 2 cadavres de chiroptères ont été trouvés pendant la période comprise entre le 3 août 2015 et le 23 octobre 2015.

Une seule espèce a été trouvée, la Pipistrelle commune qui est une espèce commune au niveau régional et national, qui, de surcroît n'est pas menacée.

Les estimations de mortalité varient entre 2 et 48, la moyenne des estimations est de 27. Nous pensons que cette moyenne est surévaluée et que l'estimation d'ERIKSON (13) est probablement la plus proche de la réalité.

Etant donné cette faible mortalité, aucune mesure de limitation de la mortalité n'apparaît nécessaire.

9) Bibliographie

- ARNETT E.B., 2007. Patterns of bat fatality and the timing and efficacy of curtailment of wind turbines. In: International Bat Research Conference (14, 2007, Mérida). XIV International Bat Research Conference, 37th NASBR, Mérida, YUC, Mexico, 2007, August 19-23 : program and abstracts.
- ARNETT E.B., HUSO M., SCHIRMACHER M. & HAYES J., 2010. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Frontiers in Ecology and the Environment*, p 219-214.
- ANDERSON R.L., DAVIS H., KENDALL W., MAYER L.S., MORRISON M., SINCLAIR K., STRICKLAND D. et UGORETZ S.L. (1997). Standard metrics and methods for conducting avian/wind energy interaction studies, p. 265-272. In *Windpower '97 Proceedings*, June 15-18, 1997. 636 p.
- ANDRE Y. (2004). Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. Document LPO. 21 p.
- ARNETT E.B., technical editor. (2005). Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Bat Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality and Behavioral Interactions with Wind Turbines. Final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. In NWCC, Mitigation Toolbox, Compiled by NWCC Mitigation Subgroup & Jennie Rectenwald, Consultant. May 2007.
- ARNETT E.B., SCHIRMACHER M., HUSO M.M.P. et HAYES J.P. (2009). Effectiveness of Changing Wind Turbine Cut-in Speed to Reduce Bat Fatalities at Wind Facilities. 2008 Annual Report. Annual Report Prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Commission, avril 2009. 44 p.
- ARNETT E.B., BROWN K., ERICKSON W.P., FIEDLER J., T. H. HENRY T.H., JOHNSON G.D., KERNS J., KOLFORD R.R., NICHOLSON C.P., O'CONNELL T., PIORKOWSKI M. et R. TANKERSLEY Jr. R. (2008). Patterns of fatality of bats at wind energy facilities in North America. *J. Wildl. Manage*, 72(1) : 61–78.
- ARTHUR L. et LEMAIRE M. (2009). Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Collection Parthénopé. Biotope éditions, Publications scientifiques du muséum 544p.
- AVES environnement et GCP (2008). Evaluation ponctuelle de la mortalité des Chiroptères. Parc éolien du Mas de Leuze, commune de Saint-Martin-de-Crau (13), 15 août - 2 octobre 2008. 27 p.
- BAERWALD E.F., D'AMOURS G.H., KLUG B.J. et BARCLAYS R.M.R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18 (16) : 695-696.
- BAERWALD E.F., EDWORTHY J., HOLDER M. et BARCLAY R.M.R. (2009). A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. *J. Wildl. Manage*, 73(7) : 1077–1081.
- BRINKMANN R., SCHAUER-WEISSHAHN H., BONTADINA F. (2006). [Etudes sur les impacts potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris du district de Fribourg]. Regierungspräsidium Freiburg – Referat 56. Naturschutz und landschaftspflege gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg (Projekt 0410L). Traduction du Bureau de coordination énergie éolienne/Koordinierungsstelle Windenergie e.V. (traduction non officielle).
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN et M. REICH (éditeurs) (2011). Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 S., Cuvillier Verlag, Göttingen (*Développement de méthodes pour étudier et réduire le risque de collision de chauves-souris*

avec les éoliennes terrestres. – Environnement et espaces vol. 4, 457 p., éditions Cuvillier, Göttingen.).

DIETZ C. et von HELVERSEN O. (2004). Illustrated identification key to the bats of Europe. Electronique publication, version 1.0 released 15.12.2004, Tuebingen & Erlangen (Germany). 72 p.

DORGERE A. et COSSON E. (2005). Chiroptères sur le Mas de Leuze (Saint-Martin-de-Crau 13). Etude diagnostique. Inventaire des espèces et évaluation du risque éolien pour les chiroptères. SINERG, Groupe Chiroptères de Provence. 45 p.

DUBOURG-SAVAGE M.-J./SFPEM (2009). Mortalité de chauves-souris par éoliennes en France. Etat des connaissances au 16/12/2009. Synthèse M.J. Dubourg-Savage M.J./SFPEM. <http://www.sfpepm.org>, consulté le 17 mai 2010.

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.

ERICKSON W.P., STRICKLAND M.D., JOHNSON G.D. et KERN J.W. (2000). Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants, p.172-182. *In* Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, CA, May 1998. 202 p.

ERICKSON W., JOHNSON G., YOUNG D., STRICKLAND D., GOOD R., BOURASSA M., BAY K. et SERNKA K. (2002). Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. WEST, Inc., 2003 Central Ave. Cheyenne, WY 82001. 124 p.

ERICKSON W., KRONNER K. et GRITSKI B. (2003). Nine Canyon Wind Power Project, Avian and bat monitoring report, September 2002-August 2003. Western EcoSystems Technology, Inc. et Northwest Wildlife Consultants Inc. pour Nine Canyon Technical Advisor Committee, Energy Northwest. 32 p.

FIEDLER J.K., HENRY T.H., TANKERSLEY R.D. et NICHOLSON C.P. (2007). Results of Bat and Bird Mortality Monitoring at the Expanded Buffalo Mountain Windfarm, 2005 Tennessee Valley Authority. 38 p.

HORN J.W., ARNETT E.B., JENSEN M. et H. KUNZ T. (2008). Testing the effectiveness of an experimental acoustic bat deterrent at the Maple Ridge wind farm. Report prepared for: The Bats and Wind Energy Cooperative and Bat Conservation International, Austin, TX, 24 juin 2008. 30 p.

HUSO M., 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics* : 19 pp. Jones G. Cooper-Bohannon R. Barlow K. et Parsons K. 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain - Scoping and method development report. Bat conservation Trust : 150 p.

JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K., & PARSONS K., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain. Scoping and method development report. Bat conservation Trust : 150 pp.

KERNS J. et KERLINGER P. (2004). A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy Center, Tucker County, West Virginia : Annual report for 2003. Curry & Kerlinger, LLC. 39 p.

LEKUONA J. (2001). Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Dirección General de Medio Ambiente, Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y vivienda, Gobierno de Navarra. 147 p.

LEUZINGER Y., LUGON A. et BONTADINA F. (2008). Eoliennes en Suisse, mortalité de chauves-souris. *Natura biologie appliquée*. 34 p.

- LUSTRAT P. (1997) Biais dus aux techniques d'étude des chiroptères en activité de chasse en milieu forestier. ARVICOLA t. IX, n° 1 : 7-10.
- LUSTRAT P. (2001) Des pipistrelles dans un arbre isolé au milieu des champs. Tragus 1 : 13.
- LUSTRAT P. (2004) Exploitation des villages comme site de chasse par la Noctule de Leisler en milieu agricole. La voix de la forêt 2004/2 : 38-39.
- LUSTRAT P. (2006) Données préliminaires sur l'utilisation des plaines d'agriculture intensive par les chiroptères et proposition de méthodologie de recherche. Rapport Nature Recherche. 3 pages.
- MARCHESI P., BLANT M. et CAPT S. (2008). Mammifères de Suisse - Clés de détermination. Neuchâtel, Fauna Helvetica, CSCF & SSBF. 289 p.
- MORRISON M. (2002). Searcher bias and scavenging rates in bird/wind energy studies. NREL/SR-500-30876.
- PNAWPPM-IV (2001). Proceedings of National Avian Wind-Power Planning Meeting IV, Carmel, CA, May 16-17, 2000. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee, by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, ed., 179 p.
- RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GOODWIN J. et HARBUSCH C. (2008): Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series N°3 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp.
- SZEWCZAK J.M. et ARNETT E.B. (2006). Preliminary Field Test Results of an Acoustic Deterrent with the Potential to Reduce Bat Mortality from Wind Turbines. Report Prepared for: The Bats and Wind Energy Cooperative, Austin, TX, décembre 2006. 7 p.
- SZEWCZAK J.M. et ARNETT E.B. (2008). Field Test Results of a Potential Acoustic Deterrent to Reduce Bat Mortality from Wind Turbines. Report prepared for: The Bats and Wind Energy Cooperative, Austin, TX, juillet 2008. 14 p.
- WESTERN ECOSYSTEMS TECHNOLOGY, INC. et NORTHWEST WILDLIFE CONSULTANTS, INC. (2004). Stateline Wind Project Wildlife Monitoring Final Report, July 2001-December 2003. Pour FPL Energy. 98 p.
- WINKELMAN J.E. (1989).[Birds and the wind park near Urk: collision victims and disturbance of ducks, geese and swans]. RIN Rep. 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, The Netherlands. Dutch, Engl. summ. Appendice 2C (English-Language Summaries), p.122-166, in Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting, Lakewood, Colorado. July 20-21, 1994. 145 p.