



PAYS DE SOULAINES

Suivi mortalité avifaune et chiroptères du parc éolien de la Croix de Cuitot (51)

SARL Centrale Eolienne Croix de Cuitot

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

Domaine de Saint-Victor

10200 Soulaines-Dhuys

Tel : 03.25.92.28.33

Mail : cpie.pays.soulaines@wanadoo.fr

Rapport annuel – janvier 2014

**Suivi mortalité avifaune et chiroptères du parc éolien de la
Croix de Cuitot (51)
SARL Centrale Eolienne Croix de Cuitot**

Maître d'ouvrage :

Centrale Eolienne Croix de Cuitot
Chemin de Maussac
Domaine de Patau
34420 VILLENEUVE LES BEZIER

Etude réalisée par :

**Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement
du Pays de Soulaines**

Domaine de Saint-Victor
10200 SOULAINES-DHUYS
Tél.: 03.25.92.28.33 - Fax : 03.25.92.56.00
cpie.pays.soulaines@wanadoo.fr

Rédaction : Edouard LHOMER

Prospections : Pierrick MILLIOZ, Edouard LHOMER

Cartographie : Edouard LHOMER

Relecture : Stéphane BELLENOUE

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
Introduction	3
1. Zone d'étude	4
2. Protocole d'étude	5
2.1. Généralités	5
2.2. Estimation de la mortalité (protocole Winkelmann)	7
2.2.1. Calcul global.....	7
2.2.2. Coefficients de correction.....	7
2.2.3. Cas des chiroptères.....	8
2.3. Autres protocoles d'estimation de la mortalité	8
2.3.1. Erickson (2000)	8
2.3.2. Jones (2009).....	9
2.3.3. Huso (2010).....	9
2.4. Calendrier des sorties de prospection	11
3. Résultats globaux de l'étude mortalité	11
3.1. Résultats globaux sur les chiroptères	11
3.1.1. Nombre, espèces et statut des chiroptères retrouvés	11
3.1.2. Détails des résultats.....	12
3.1.3. Causes possibles de la mort.....	13
3.1.4. Estimation globale de la mortalité.....	13
3.1.5. Critiques.....	15
3.1.6. Analyse.....	16
3.1.7. Proposition de mesures pour les chiroptères.....	17
3.2. Résultats globaux sur l'avifaune	19
3.2.1. Nombre, espèces et statuts des oiseaux retrouvés.....	19
3.2.2. Détails des résultats.....	19
3.2.3. Estimation globale de la mortalité.....	20
4. Résultats concernant le parc éolien de la Croix de Cuitot	21
4.1. Résultats sur les chiroptères	21
4.2. Résultats sur l'avifaune	21
5. Conclusion	22
<u>Bibliographie</u>	23
<u>Annexe 1 : Exemple de fiche mortalité chiroptères</u>	25
<u>Annexe 2 : Localisation des cadavres de chiroptères sur la zone étudiée en 2013</u>	26
<u>Annexe 3 : Localisation des cadavres d'oiseaux sur la zone étudiée en 2013</u>	27
<u>Annexe 4 : Photos de cadavres découverts en 2013 autour des éoliennes</u>	28

Introduction

La société Quadran centralise l'exploitation actuelle de 19 éoliennes (dont 7 pour le compte d'un tiers) implantées sur les communes de la Chaussée-sur-Marne, Pogny, Saint-Jean-sur-Moivre, Francheville et Dampierre-sur-Moivre (51). La première éolienne a été mise en service à partir de 2002 et la plus grande partie l'a été plus tard en 2010. Dans la continuité de cet ensemble, le parc du Mont de l'Arbre contenant 3 éoliennes est exploité depuis 2007 par la société Future Energies (anciennement Eole Generation).

Depuis, l'arrêté du 26 août 2011 précisant les dispositions générales relatives aux fermes éoliennes soumises à autorisation et notamment celles relatives au bruit, aux consignes de sécurité et à l'exploitation dont le suivi de la faune, Art. 12 : – *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. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole. Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées.*

Conformément à la réglementation des installations classées, les différents exploitants ont souhaité la mise en place d'un suivi de la mortalité de l'avifaune et des chiroptères sur ces parcs éoliens en 2013. Celui-ci a été réalisé par le CPIE du Pays de Soulaines avec un protocole adapté pour l'ensemble des 22 éoliennes entre août et novembre 2013.

Ce rapport présente les résultats globaux du suivi mortalité 2013 sur l'avifaune et les chiroptères sur l'ensemble des 22 éoliennes, puis les résultats uniquement concernant le parc éolien de la Croix de Cuitot (7 éoliennes).

1. Zone d'étude

Le complexe éolien sur lequel le suivi mortalité a été réalisé en 2013 est situé en Champagne crayeuse au sud-est de Châlons-en-Champagne dans une zone de grandes cultures. Il se subdivise en 7 parcs éoliens : parcs des Champs Parents, de la Croix de Cuitot, de Malandaux, de l'Épinette, de la Côte à l'Arbre Lestrée, de Quarnon et du Mont de l'Arbre pour un total de 22 éoliennes (Figure 1).

Le parc éolien des Quatre Chemins situé plus à l'est n'a pas été intégré à cette étude.

Le parc éolien de la Croix de Cuitot est quant à lui constitué de 7 éoliennes : une ligne de 5 éoliennes et une ligne de 2.

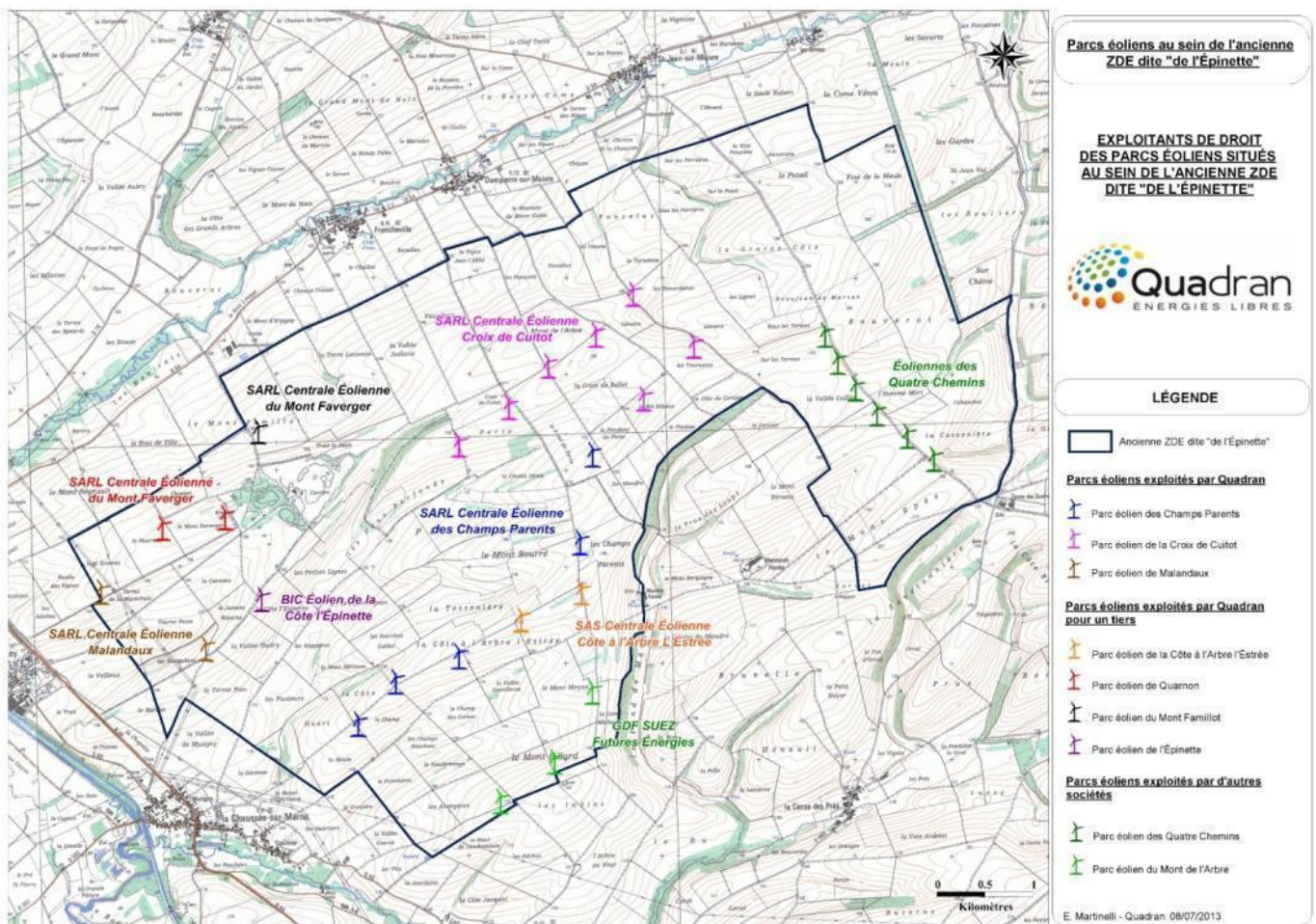


Figure 1 : Localisation des parcs éoliens du suivi mortalité 2013

2. Protocole d'étude

L'objectif de ce suivi de la mortalité sur l'avifaune et sur les chiroptères est d'évaluer l'impact par collision des éoliennes mises en service sur ces deux groupes. Actuellement, il n'existe pas de protocole défini à l'échelle nationale (en cours de discussion) nous avons donc basé notre protocole mortalité sur la bibliographie existante en l'adaptant aux particularités locales.

2.1. Généralités

En France, un des suivis mortalité les plus complets disponible a été mis en œuvre sur le parc éolien de Bouin en Vendée à partir de 2003 et sur 4 années consécutives. Ce suivi était basé sur un passage par semaine toute l'année sur un carré de 100x100m centré sur chaque éolienne (8 au total).

Le suivi annuel ne nous paraissait pas pertinent à cause de la couverture du sol (cultures) qui empêche la recherche de cadavres sur une grande partie de l'année en dehors de la plate-forme. **Ainsi dans l'étude à Bouin, seulement 5% de la surface du carré pouvait être prospectée en dehors de la période juillet-octobre (parcelles moissonnées).** De plus, les cas de collisions sont concentrés surtout de juillet à octobre pour les chiroptères en Europe (90% d'après *Rydell, 2010*) et pour l'avifaune c'est en migration postnuptiale (août à début novembre) que les collisions sont les plus fréquentes lorsque les effectifs de migrants sont le plus élevés.

Nous avons donc ciblé la période mi août-début novembre pour un compromis entre les deux groupes étudiés.

Concernant la surface de prospection, étant donné le nombre important d'éoliennes à prospecter (22) nous avons réduit la surface de recherche par éolienne pour pouvoir toutes les visiter en une seule journée par passage. Nous avons donc choisi comme surface de recherche un carré de 60x60m centré sur chaque éolienne. Nous avons conservé la fréquence d'un passage par semaine sur 12 semaines entre le 12 août et le 03 novembre.

Les prospections s'effectuent à pied, dans un carré de 60 mètres de côté autour d'une éolienne, en effectuant des transects espacés de 5m, comme décrit dans la figure 2.

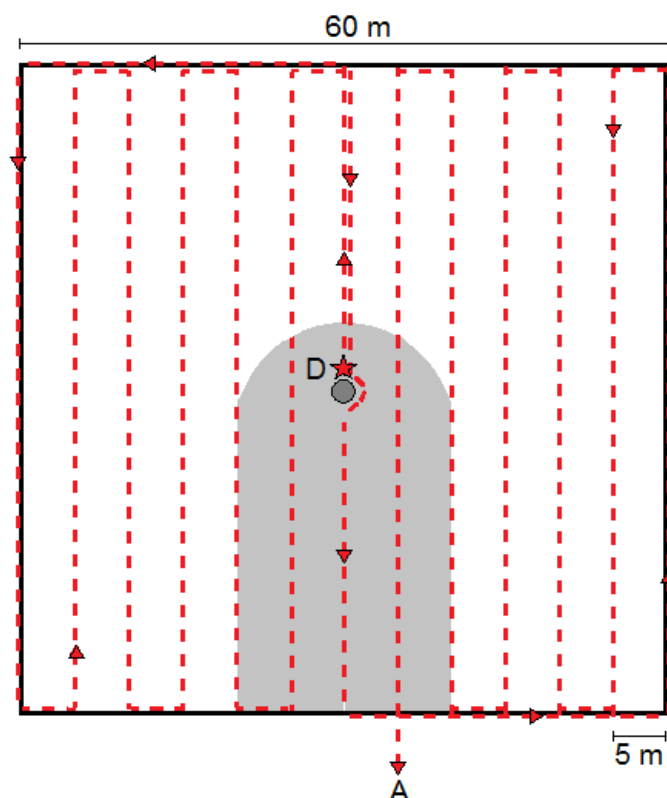


Figure 2 : Schéma du parcours effectué pour chaque éolienne prospectée. (D=départ ; A=arrivée)

Pour réaliser une prospection complète, une matérialisation au sol avec des piquets sous forme d'un quadrillage peut aider les prospecteurs à se déplacer de façon régulière sous les éoliennes (surtout dans les champs). Cette matérialisation (pérenne) ne peut s'effectuer qu'en dehors des périodes de moissons ou bien en plaçant les piquets entre les parcelles lorsque les céréales sont hautes.

Dans le cas du présent suivi, il n'a pas été possible d'utiliser ce type de marquage. Afin de rester dans le carré de 60m sur 60m, l'observateur compte ses pas :

- pour commencer il se place à un angle du carré. Il marche sur une ligne parallèle au chemin d'accès à l'éolienne, qui sert de repère visuel, jusqu'au niveau de l'éolienne, où il commence à compter ses pas, de façon à avancer encore de 30m.
- au bout de ces 30m il se décale de 5m perpendiculairement sur le côté vers l'éolienne, toujours en comptant ses pas, puis repart en sens inverse. De la même façon, il marche parallèlement au chemin d'accès, et compte 30m à partir du moment où il dépasse l'éolienne, etc.
- lorsque l'observateur a prospecté la moitié du carré, il recommence de la même manière à partir de l'autre côté du carré.

La distance parcourue lors de ce suivi est d'environ 1000 mètres pour chaque éolienne, soit une distance de 22 km pour la prospection sous les 22 éoliennes.

Une journée est nécessaire pour réaliser la prospection sous les 22 éoliennes à 2 observateurs, chaque observateur prospecte la moitié d'une éolienne et l'ordre de prospection est inversé d'une semaine sur l'autre. Lorsque toute la surface n'est pas accessible (végétation trop haute, semis récent ne permettant pas de pénétrer dans les parcelles...), les observateurs notent la surface qu'ils ont pu prospecter, afin d'appliquer ensuite un facteur de correction.

Les résultats sont notés sur une fiche appelée « Fiche Terrain mortalité » qui doit être remplie et numérotée pour chaque cadavre découvert (Annexe 1 page 25). Cette fiche comprend en particulier :

- l'identification de l'espèce (autant que possible),
- l'état apparent du cadavre,
- la localisation précise de la découverte (n° de l'éolienne concernée + coordonnées GPS),
- la cause présumée de la mort (selon l'espèce, son état apparent et sa localisation).

Enfin chaque cadavre est photographié également.

2.2. Estimation de la mortalité (protocole Winkelmann)

2.2.1. Calcul global

Le nombre total d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre d'oiseaux trouvés morts (et dont la cause de la mort est imputée aux éoliennes), corrigé par des coefficients d'erreur déterminés au préalable, liés à l'efficacité de la découverte des cadavres et au taux de disparition des cadavres (prédation, enfouissement suite à des labours, dégradation complète par les insectes nécrophages...).

Ceci se traduit par la formule suivante :

$$N = \frac{Na - Nb}{P \times Z \times S}$$

- N_a : nombre total de chauves-souris mortes trouvées dans le cadre du suivi,
- N_b : nombre de chauves-souris tuées par autre chose que les éoliennes (nombre de cadavres ne présentant pas les symptômes d'une mort par collision ou projection),
- P : taux de disparition des cadavres sur le site
 - si sur 10 cadavres 2 disparaissent en 1 semaine, $P = 0,8$ (pour un pas de temps choisi d'une semaine)
 - si 5 cadavres disparaissent en 3 semaines, $P = 0,5$ (pour un pas de temps choisi de 3 semaines)

Il est important de choisir le temps d'intervalle des recherches assez court de façon à ce que P soit le plus proche possible de 1. Pour Bouin, le pas de temps était de 1 semaine.

- Z : efficacité de recherche de l'observateur : pour 8 cadavres retrouvés sur 10, $Z = 0,8$,
- S : surface réellement prospectée (au-delà d'une certaine hauteur de végétation, la surface n'est pas prospectée, la visibilité étant jugée trop insuffisante ; la surface prospectée est donc corrigée)

Par exemple :

Si un suivi est fait toutes les semaines au mois de septembre sur l'ensemble du parc, sauf une éolienne sous laquelle la végétation est trop haute ($S = 7/8 = 0,875$), et que $P = 1$ (pour une semaine), $Z = 0,9$ et si 6 cadavres liés aux éoliennes sont trouvés :

$N_{\text{estimé}} = 6 / (1 * 0,9 * 0,875) = 7,62$ oiseaux morts pour 22 éoliennes au mois de septembre soit 0,34 oiseaux par éolienne. $N_{\text{estimé}}$ est donc exprimé en nombre d'oiseaux tués par les éoliennes sur un pas de temps défini et pour une surface définie.

2.2.2. Coefficients de correction

Des cadavres leurres (rongeurs ou cadavres factices) sont utilisés pour déterminer les coefficients P et Z , propres au site et à l'observateur. Ces leurres sont disposés par une personne différente de l'observateur habituel.

Détermination de P : disparition des cadavres

Au bout d'une semaine (pas de temps choisi pour ce site), les cadavres qui ont été déposés sont recherchés. Le nombre de cadavres retrouvés par rapport au nombre déposé correspond au taux de disparition. Il varie en fonction de la saison, notamment en fonction de la disponibilité en proies vivantes pour les prédateurs qui peuvent parfois s'avérer charognards, et de la vitesse de décomposition du cadavre, liée à la météo. Un cadavre trop sec ou trop décomposé sera moins attractif pour les charognards et restera donc plus longtemps.

Détermination de Z : efficacité de recherche

Après le dépôt des cadavres leurres, l'observateur habituel effectue son protocole de recherche de mortalité. Le nombre de carcasses découvertes par rapport au nombre de carcasses déposées constitue le taux de découverte. Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal et de la taille du leurre. Il est donc spécifique à la période de l'année, à la nature du couvert végétal et à la taille des leurres. En été, les cultures étant sur pied, Z sera plus faible,

sauf pour certaines cultures comme la luzerne, qui est coupée en mai et peut être plus haute en hiver. En hiver, dans les labours, Z devrait être plus proche de 1.

La détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des cadavres...).

Détermination de S : surface prospectée

Pour chaque passage et chaque éolienne, le pourcentage de la surface prospectée est noté. Si tout le carré a été prospecté, $S=100\%=1$. Si la végétation était trop haute et que seule la base et le chemin d'accès ont été prospectés, $S=15\%=0,15$. La moyenne de ces pourcentages sur l'ensemble du suivi permet d'obtenir le pourcentage de surface réellement prospectée et de calculer la valeur de S.

2.2.3. Cas des chiroptères

Le principe est le même pour les chiroptères qui sont considérés comme équivalents à des oiseaux de petite taille. Ce choix peut être discuté, il est en effet probable que la prédation sur les chauves-souris soit moins importante que celle qui s'exerce sur les petits oiseaux. L'efficacité de recherche n'est sans doute pas non plus tout à fait la même, du fait d'un aspect différent (poils au lieu de plumes, animaux toujours sombres alors que les passereaux peuvent porter des couleurs plus visibles...). Ces différents biais sont discutés dans la partie « Critiques » (page 15).

2.3. Autres protocoles d'estimation de la mortalité

Le protocole de Winkelmann présente un inconvénient, il n'est pas utilisable lorsque tous les cadavres ont été prédatés entre 2 visites (taux de persistance nul). Dans ce cas, une autre équation peut être utilisée, mise au point par Erickson (2000).

2.3.1. Erickson (2000)

Deux paramètres sont ajoutés, I (Fréquence de passage) et t_m (durée de persistance en jours)
Avec

$$N = \frac{I \times C}{t_m \times d}$$

N : Le nombre de cadavre estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)

C : Le nombre de cadavres comptés.

t_m : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

Enfin deux autres protocoles plus récents dans la littérature scientifique et plus complexes ont été mis au point par Jones et Huso.

2.3.2. Jones (2009)

Cette méthode repose sur plusieurs hypothèses, le taux de mortalité est constant sur l'intervalle. La durée de persistance suit une variable exponentielle négative et la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle.

Le taux de persistance (p), proportion de cadavres restants entre 2 visites, est alors remplacé par la formule suivante :

$$p = e^{-0,5 \times I / tm}$$

La notion d'intervalle effectif est aussi ajoutée par Jones et al. (2009). Plus l'intervalle I est long et plus le taux de persistance tend vers 0. Un cadavre découvert au bout d'un I très long n'est certainement pas mort au début de cet intervalle. Il est plus vraisemblablement mort dans « l'intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%.

L'intervalle effectif \hat{I} est donc égal à : $\hat{I} = -\log(0,01) \times tm$

$$N = \frac{C}{a \times d \times \hat{e} \times e^{-0,5 \times \hat{I} / tm}}$$

On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

Avec

N : Le nombre de cadavre estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

C : Le nombre de cadavres comptés.

a : Coefficient de correction surfacique

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

\hat{I} : Intervalle effectif

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

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)

tm : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

2.3.3. Huso (2010)

Comme Jones, Huso considère une mortalité constante sur l'intervalle et que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle, n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Le coefficient proposé est plus élevé :

$$p = \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I}$$

D'où :

$$N = \frac{C}{a \times d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}}$$

On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

Avec :

N : Le nombre de cadavre estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

C : Le nombre de cadavres comptés.

a : Coefficient de correction surfacique

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

\hat{I} : Intervalle effectif

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

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours)

t_m : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

Ces 3 protocoles demandent de calculer systématiquement la durée moyenne de persistance d'un cadavre. Pour ce faire, il est nécessaire après la pose des cadavres de passer plusieurs fois dans l'intervalle entre 2 visites. Dans le cadre du suivi mortalité mené en 2013 par le CPIE, ces visites supplémentaires n'étaient pas prévues et n'ont pas été réalisées. Ces formules ne peuvent donc être appliquées dans le présent rapport.

2.4. Calendrier des sorties de prospection

Douze passages ont été réalisés lors de ce suivi, de la semaine 33 à la semaine 44, soit de mi-août à début novembre.

Dates	Conditions météorologiques	Observateurs	Type de prospection
15/08/13	Ciel dégagé, vent faible S	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
21/08/13	Ciel dégagé, vent moyen NE	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
29/08/13	Ciel dégagé, vent faible N	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
05/09/13	Ciel dégagé, vent faible SE	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
11/09/13	Ciel couvert, vent moyen E	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité, test prédation
17/09/13	Ciel couvert, vent moyen SE	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
26/09/13	Ciel couvert, vent moyen E	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
03/10/13	Ciel dégagé, vent moyen E	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
10/10/13	Ciel couvert, vent moyen NO	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
17/10/13	Ciel couvert, vent moyen SO	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
28/10/13	Ciel couvert, vent fort S	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
06/11/13	Ciel couvert, vent fort SO	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	suivi mortalité
11/11/13	Ciel dégagé, vent faible E	Edouard Lhomer, Pierrick Millioz	Test efficacité de recherche

Tableau 1 : Dates des passages et des tests pour le suivi de la mortalité en 2013

Le test d'efficacité de recherche a nécessité la présence d'un troisième opérateur sur une demi-journée supplémentaire. Il a été réalisé sur un parc éolien dans l'Aube pour des raisons pratiques, le type d'occupation du sol y est similaire ce qui n'entraîne pas de biais dans l'étude.

3. Résultats globaux de l'étude mortalité

3.1. Résultats globaux sur les chiroptères

3.1.1. Nombre, espèces et statut des chiroptères retrouvés

Au cours des douze journées de prospection réalisées, 16 cadavres de chauves-souris ont été retrouvés pour l'ensemble des 22 éoliennes. Un exemple de fiche « mortalité » est visible en Annexe 1 page 25.

Espèce	Nombre trouvé en 2013	Directive Habitat Faune Flore	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
Pipistrelle de Nathusius	6	Annexe IV	NT	R
Noctule commune	3	Annexe IV	NT	V
Noctule de Leisler	1	Annexe IV	NT	V
Pipistrelle commune	2	Annexe IV	LC	AS
Pipistrelle indéterminée	2	-	-	-
Chiroptère indéterminé	2	-	-	-

Tableau 2 : Espèces, statut et nombre de chauves-souris retrouvées mortes sous les éoliennes lors du suivi mortalité en 2013. (NT : quasi-menacée ; LC : préoccupation mineure ; R : rare ; V : vulnérable ; AS : à surveiller)

Les seize individus appartiennent à quatre espèces de deux taxons différents.

Quatre individus dont deux appartenant au groupe des pipistrelles n'ont pas pu être déterminés à cause de leur état de décomposition avancée. Au moins 10 individus sur les 16 (>60%) sont des migrateurs et devaient être en transit lors de la fréquentation des parcs éoliens de la zone.

La **Pipistrelle commune** est une espèce de chauve-souris sédentaire (mais capable de déplacements sur plusieurs kilomètres) très commune en France et dans la région Champagne-Ardenne. Elle présente une sensibilité élevée à l'éolien. En Europe, elle représente 21% des cas de mortalité de chiroptères due aux éoliennes, avec plus de 1095 données dont 226 pour la France (Dürr (1), 2013) ; c'est l'espèce la plus touchée.

Espèce migratrice capable de déplacements supérieurs à 100 km, la **Pipistrelle de Nathusius** présente un niveau de rareté élevé en France et dans la région Champagne-Ardenne. Elle est également très sensible aux éoliennes, représentant près de 13% des cas de mortalité recensés en Europe, avec plus de 640 données (Dürr (1), 2013).

Tout comme la Pipistrelle de Nathusius, la **Noctule commune** et la **Noctule de Leisler** sont deux espèces migratrices et très sensibles au risque de collision avec les éoliennes (respectivement 746 et 371 cas de mortalité recensés en Europe ; Dürr (1), 2013).

Enfin il faut noter que ces 3 espèces se reproduisent également dans la région ponctuellement selon les connaissances actuelles. Les trois sont considérées comme « espèce vulnérable » en Champagne-Ardenne, et elles ont le même statut de conservation à l'échelle nationale qui est : « espèce quasi-menacée ».

Rappelons que toutes les espèces de chauves-souris sont protégées en France et en Europe.

3.1.2. Détails des résultats

Date	Espèce	Observateur	Distance au mât	N° éolienne	Orientation du cadavre	N° cadavre	Remarque
21/08/13	Noctule de Leisler	Pierrick Millioz	28m	E4LCM9	NO	1	Cadavre assez frais
29/08/13	Pipistrelle de Nathusius	Edouard Lhomer	28m	R80110	S	2	Décomposition moyenne
	Chiroptère indéterminé	Pierrick Millioz	20m	E5D1	NE	3	Cadavre très décomposé
05/09/13	Noctule commune	Edouard Lhomer	10m	E2-LCM2	E	4	Femelle juvénile. Cadavre frais
			15m		O	5	Femelle juvénile. Cadavre frais. Aile gauche cassée
05/09/13	Pipistrelle sp.	Pierrick Millioz	32m	R91210	S	6	Cadavre très décomposé
11/09/13	Pipistrelle de Nathusius	Pierrick Millioz	9m	E4-LCM9	NO	7	Cadavre très décomposé
11/09/13	Pipistrelle de Nathusius	Edouard Lhomer	6m	E2-LCM2	SO	8	Cadavre très décomposé
17/09/13	Noctule commune	Pierrick Millioz	35m	R80076	O	9	Cadavre très décomposé
26/09/13	Pipistrelle commune	Pierrick Millioz	10m	E6-D3	O	10	Mâle taché de sang
10/10/13	Pipistrelle commune	Edouard Lhomer	40m	E1-F2	E	11	Cadavre frais, mâle adulte avec signe de barotraumatisme
10/10/13	Pipistrelle de Nathusius	Edouard Lhomer	22m	E6-D3	SE	12	Cadavre frais, mâle adulte avec signe de barotraumatisme
17/10/13	Pipistrelle indéterminée	Edouard Lhomer	14m	E1-LCM1	SE	13	Cadavre très décomposé
17/10/13	Chiroptère indéterminé	Pierrick Millioz	14m	E6-D3	NO	14	Cadavre très décomposé
28/10/13	Pipistrelle de Nathusius	Edouard Lhomer	35m	E1-LCM1	NE	15	Moitié de cadavre seulement
06/11/13	Pipistrelle de Nathusius	Edouard Lhomer	40m	E1-LCM7	NE	16	Fractures sur chaque bras et avant-bras (x4). Aile atrophiée d'un côté (malformation ?)

Tableau 3 : Détails des cadavres de chauves-souris retrouvés lors du suivi mortalité 2013

La localisation des cadavres est donnée dans l'Annexe 2, page 26. Quelques photos sont disponibles à l'Annexe 4 page 28.

La localisation des cadavres ne fait pas ressortir d'éoliennes vraiment plus impactantes. En effet, au moins un cadavre a été trouvé sur la moitié (11 sur 22) des éoliennes prospectées et ce sur l'ensemble des différents parcs éoliens (Annexe 2, page 26). On a trouvé un maximum de 3 cadavres sur deux éoliennes parmi ces 11 : la E1-LCM1 et la E6-D3. Cependant, il n'est pas évident que sur une année complète la collision soit plus forte sur ces 2 machines ni même d'une année sur l'autre. En effet, la différence dans le nombre de cadavres retrouvés (de 1-2 à 3) avec les autres éoliennes dans notre étude est faible.

La proximité des bosquets ne semble pas jouer de rôle particulier, plusieurs éoliennes éloignées de plus de 500 m de toute haie ou boisement ont également provoqué des collisions. De même, les espèces retrouvées ne sont pas concentrées sur certaines éoliennes ou certains secteurs mais dispersées sur l'ensemble de la zone.

Au niveau des distances au mat de l'éolienne, elles sont assez variables. Si on classe les distances des cadavres en tranches de 10m de 0 à 40m, la répartition est homogène avec 4 cadavres pour chaque tranche de 0 à 10, de 20 à 30 et de 30 à 40m tandis que 3 cadavres ont été trouvés entre 10 et 20m des mats. La même analyse par espèce montre des distances variables également.

Ensuite concernant l'orientation du cadavre vis-à-vis du mat, la dispersion semble également assez homogène (comparaison nord/sud et est/ouest).

3.1.3. Causes possibles de la mort

En 2013, deux cadavres présentaient des signes de collision avec un bras ou une aile cassés.

Les autres individus retrouvés ne présentaient pas de marque de collision externe (fracture, éventration, décapitation...), cependant la petite taille et la rapide décomposition des cadavres rendent les indices difficilement décelables. Aucune trace suggérant la prédation (traces de serres, lacérations...) n'a été observée.

Dans au moins 3 autres cas, il est probable que la mort soit due au phénomène de dépression provoqué par les pales. Le passage d'une pale dans l'air provoque une brusque chute de la pression de l'air à l'arrière de la pale. Cette dépression peut provoquer un étourdissement ou un évanouissement de l'animal, qui chute alors au sol. Elle peut également être la cause d'un barotraumatisme provoquant des hémorragies internes, notamment au niveau des poumons (Dulac, 2008 ; Brinkmann, 2006 ; Baerwald, 2008).

Lorsque le cadavre est trop décomposé, les causes de la mort ne peuvent être déterminées.

3.1.4. Estimation globale de la mortalité

Deux tests ont été réalisés afin de déterminer les coefficients de correction pour le taux de disparition de cadavre et l'efficacité de recherche.

3.1.4.1. Coefficient P : disparition des cadavres

A la date du 11/09/2013, 14 cadavres de souris préalablement congelées ont été déposés sous les éoliennes des différents parcs éoliens au cours des prospections habituelles.

La recherche des cadavres à la fin de la semaine (17/09) a permis de retrouver 5 des 14 cadavres déposés. Le pourcentage de cadavres disparus au bout d'une semaine est donc de 64%.

La disparition des cadavres est très probablement due à la prédation dans la plupart des cas. Le coefficient de correction est de 0,36 (36% des cadavres ont été retrouvés).

3.1.4.2. Coefficient Z : efficacité de recherche

Le test « efficacité de recherche » a pris place le 11 décembre 2013. Pour réaliser ce test, 30 chiroptères factices ont été fabriqués à l'aide de fausse fourrure brune, environ de la taille d'une pipistrelle commune (Figure 3). Le test a été mis en place sur le parc éolien de Lévigny (10) pour des raisons de proximité, l'environnement autour des éoliennes étant le même (cultures) que celui de l'ancienne ZDE de l'Épinette. Les cadavres factices ont été déposés par une autre personne que l'observateur habituel, sous 3 éoliennes, à la fois dans la partie « culture » et dans la zone en gravier. La personne a noté pour chaque cadavre sa position approximative dans le carré à l'aide d'un schéma.



Figure 3 : Cadavres de chauve-souris factices

Les différents observateurs ont ensuite effectué leur recherche l'un après l'autre dans les mêmes conditions que sur le site réel, notant à chaque fois sa position approximative sur le carré. Les coefficients d'efficacité de recherche Z sont de 0,67 et 0,69 pour les 2 observateurs en 2013.

3.1.4.3. Coefficient S : surface prospectée

Au cours du suivi, l'intégralité de chaque éolienne n'a pas pu être prospectée à chaque passage, en raison de la hauteur des cultures (notamment des luzernes ou de la Betterave) ou d'entretien technique sur l'éolienne. Lorsque c'était le cas, seule la base en gravier de l'éolienne a été prospectée. Pour chaque passage et chaque éolienne, le pourcentage de surface prospectée a été noté. Un coefficient de correction de la surface prospectée a ainsi été calculé afin de permettre l'estimation de la mortalité par éolienne et par an. Ce coefficient est de 0,65.

3.1.4.4. Calcul de la mortalité estimée des chiroptères (protocole Winkelmann)

Pour rappel, la formule suivante a été appliquée afin d'estimer la mortalité (protocole Winkelmann, d'après André, 2004) :

$$Nb = \frac{Na - Nb}{P \times Z \times S}$$

Avec :

Na : nombre total de chauves-souris mortes trouvées dans le cadre du suivi,

Nb : nombre de chauves-souris tuées par autre chose que les éoliennes (nombre de cadavres ne présentant pas les symptômes d'une mort par collision ou projection),

P : taux de disparition des cadavres sur le site,

Z : efficacité de recherche de l'observateur,

S : surface réellement prospectée.

La mortalité sur le complexe de parcs éoliens est estimée entre 99,1 et 102,1 chauves-souris mortes sur 22 éoliennes du parc entre le 21 août et le 06 novembre 2013, soit entre 4,5 et 4,64 chauves-souris mortes par éolienne sur une période de 12 semaines pendant le transit automnal.

Le rapport entre le nombre estimé de chauves-souris victimes de collision et le nombre réel de chauves-souris retrouvées mortes en utilisant le coefficient P moyen est d'environ 1/6, c'est-à-dire que sur 10 chauves-souris mortes, on en a retrouvé entre une et deux. Cette valeur est du même ordre que celles trouvées par Brinkmann en 2006 (entre 1/6 et 1/11).

3.1.5. Critiques

Le suivi de la mortalité sur les parcs éoliens est très difficilement réalisable de manière exhaustive. Aussi a-t-on en général recours à une estimation de la mortalité à partir des données récoltées, en essayant au maximum de limiter ou de corriger les nombreux biais intervenant dans cette estimation.

Malgré l'utilisation de facteurs de correction concernant la prédation sur les cadavres ainsi que l'efficacité de recherche de l'observateur dans l'étude actuelle, plusieurs biais ne sont pas pris en compte lors de l'estimation de la mortalité.

3.1.5.1. Coefficient d'efficacité de recherche

Concernant le test d'efficacité de recherche, il est possible que les chiroptères factices, de par leur couleur, leur taille ou leur forme, soient davantage visibles que de vrais cadavres qui se décomposent souvent rapidement, en particulier avec les fortes chaleurs, les rendant difficilement discernables dans la terre. Cependant, lors d'une étude réalisée par Johnson (2004), l'efficacité de recherche ne variait pas significativement entre les vrais cadavres et les cadavres en plastique. Dans le cas de notre étude, il n'était pas possible d'utiliser de vrais cadavres, trop peu disponibles, l'utilisation de cadavres factices restait donc la meilleure solution pour disposer d'un nombre suffisant de cadavres.

Les conditions météorologiques ainsi que la couverture végétale influent fortement sur la visibilité, et donc la détectabilité des cadavres. Par exemple, un ensoleillement trop élevé peut perturber la visibilité (éblouissement et ombres projetées).

Mais au cours du suivi la visibilité a été variable, tant au niveau du couvert végétal que des conditions météorologiques. Pour mieux évaluer l'efficacité de recherche, il serait idéal de réaliser un test pour différents types de couvert végétal, en créant par exemple des classes de visibilité comme l'a fait Brinkmann (2006).

3.1.5.2. Coefficient de disparition des cadavres

Le taux de disparition des cadavres calculé lors du test est probablement biaisé par plusieurs facteurs. Tout d'abord aucun cadavre de chiroptère n'a été utilisé pour ce test, et il est probable qu'il y ait une différence du taux de prédation entre micromammifères et chiroptères. Ce biais peut entraîner une surestimation du taux de disparition. En revanche, il est également possible que la viande qui a été congelée attire moins les charognards que de la viande fraîche, facteur qui sous-estimerait alors le taux de disparition.

De plus, le taux calculé est valable pour des cadavres présents depuis une semaine. Mais au moment de la découverte, le cadavre peut dater de la veille comme d'une semaine, et la pression de prédation n'est pas la même lorsque le cadavre est frais et lorsqu'il est vieux de plusieurs jours, surtout par de fortes chaleurs. Contrôler chaque jour pendant une semaine le nombre de cadavres disparus, et utiliser la moyenne sur une semaine permettrait idéalement davantage de précisions pour le calcul du coefficient de correction (Brinkmann, 2006).

Enfin, l'estimation de la mortalité est basée sur un nombre relativement faible statistiquement de cadavres retrouvés, ce qui implique que l'analyse des résultats soit faite avec précaution.

3.1.5.3. Protocole d'estimation de la mortalité

Les modèles les plus récents (estimateurs de Jones et Huso) qui donnent une estimation plus fiable de la mortalité n'ont pas pu être appliqués dans cette étude. Dans la littérature, lorsque tous les modèles sont utilisés et comparés on peut observer une surestimation des modèles les plus anciens comme celui de Winkelmann. En moyenne, il semble surestimer la mortalité de 20 à 40% par rapport aux modèles de Jones et Huso (*Beucher et al., 2013 ; Cornut, 2010*).

Il faut donc prendre les chiffres d'estimations calculées dans cette étude avec précaution

3.1.6. Analyse

3.1.6.1. Analyse bibliographique

Il semble que l'ensemble de la zone soit fréquentée en période de transit automnal par les espèces de chiroptères migratrices (noctules et Pipistrelle de Nathusius), ce qui expliquerait la dispersion des cadavres.

Les données sur les chiroptères issues des études dont nous avons connaissance sur le secteur ne couvrent malheureusement pas la période automnale (*CPIE 2011, CPIE & Airele 2012*). En transit printanier, une donnée de Noctule de Leisler était mise en évidence le 17/05/11 (détecteur D240X) au sud de l'ancienne carrière (lieu-dit « Les Petites Lignes ») sur un total de 3 passages (*CPIE, 2011*).

Enfin dans l'étude d'impact de 2005, 3 passages en automne avaient été effectués sur une zone élargie. Deux données de noctules non identifiées y étaient figurées. Un couloir migratoire pour les chiroptères avait alors été décrit reliant la vallée de la Moivre et la vallée de la Marne entre Dampierre-sur-Moivre, la combe boisée des « Vaux Profonds » et la Chaussée-sur-Marne et laissé libre d'éoliennes (*LPO, 2006*).

Ainsi, l'enjeu chiroptères migrateurs n'avait pas été mis en évidence dans les zones de cultures où sont implantées les éoliennes actuellement.

3.1.6.2. Cause de collision

Concernant les causes comportementales de collision plusieurs études à l'aide de caméras thermique ou à infrarouge ont permis de filmer des cas de collision avec des pales d'éoliennes (*Horn 2008, cité par Cryan 2009*). La mort par barotraumatisme liée à la chute de pression brutale à l'arrière de la pale lors de sa rotation peut également expliquer une partie de la mortalité observée des chauves-souris sur les parcs éoliens ne présentant pas de lésion externe, et notamment pourquoi, même en repérant les pales par écholocation, les chauves-souris sont victimes des éoliennes (*Baerwald, 2008*).

Le fait que le nombre de cadavres retrouvés ne soit pas proportionnel à l'activité chiroptérologique locale laisse penser que les cas de mortalité ne sont pas le fait du hasard, mais que **les chauves-souris sont attirées par les éoliennes** (*Arnett 2008, Cryan 2009*). Plusieurs raisons pourraient expliquer cette attraction : la confusion de l'éolienne pour un arbre par les chauves-souris (structure verticale) pouvant servir de gîte ou de perchoir, l'attraction liée aux nombreux insectes autour de l'éolienne, la curiosité, l'attraction liée au son émis par l'éolienne, un comportement de regroupement pour la reproduction.

3.1.6.3. Comparaison avec d'autres études mortalité sur les chiroptères

D'après les résultats (voir page 15), la mortalité sur les chiroptères estimée sur ce parc semble relativement élevée. En effet, la compilation de données réalisée par Rydell (2010) fait ressortir une certaine tendance sur les parcs éoliens d'Europe en fonction du type de milieu : il est estimé que le nombre de chauves-souris tuées par éolienne et par an est compris entre 0 et 3 pour les grandes étendues cultivées éloignées des côtes, entre 2 et 5 pour les milieux cultivés complexes, et entre 5 et 20 sur la côte et sur les collines et les crêtes boisées. **Dans le cas présent, l'estimation (4,5 à 4,64) concerne la période de 12 semaines seulement.**

Cependant il est délicat d'extrapoler ces résultats à l'année, la mortalité des chiroptères liée aux éoliennes n'étant pas linéaire dans l'année, mais concentrée sur les mois de juillet, août et septembre (Erikson, 2001 ; Arnett, 2008 ; Jones, 2009).

Pour comparaison, les parcs éoliens les plus accidentogènes connus en France pour les chiroptères présentent des estimations supérieures à 20 chauves-souris/éolienne/an (Beucher et al., 2013).

Le CPIE réalise des suivis mortalité chiroptères sur des parcs éoliens de la région depuis 2011. Une comparaison peut être faite avec les résultats de ceux-ci installés dans le même type de milieu (grandes cultures) mais pas la même région naturelle (Haute-Marne pour les 3 parcs cités).

Les estimations ci-dessous correspondent à des suivis réalisés sur une période commune à tous : de mi août à mi septembre sur la base d'un passage par semaine. Le nombre d'éoliennes est identique dans deux des cas (parc 1 et 2) et 3 fois plus faible pour le parc 3. Le chiffre est donc ramené au nombre d'éoliennes pour chaque cas.

Les résultats sont présentés dans le tableau 4 :

Parc éolien étudié	Année du suivi	Nombre de cadavres	Estimation Winkelmann (Nb/Eolienne/4 semaines)
Témoin	2013	8	4,5-4,64
Site 1	2012	4	1,1-1,8
Site 2	2013	3	1-2,1
Site 3	2011	2	1,79
	2012	1	0,63

Tableau 4 : Comparaison de la mortalité des chiroptères sur différents sites éoliens en Champagne-Ardenne

Sur la base de cet échantillon et en précisant que chaque cas est particulier, il apparaît tout de même que la mortalité sur la zone d'étude (témoin) en 2013 est bien plus élevée que sur les quelques autres parcs déjà étudiés dans la région.

3.1.7. Proposition de mesures pour les chiroptères

La mortalité estimée des chiroptères sur la zone d'étude en 2013 semble élevée étant donné le contexte (grandes cultures). L'étude ne met pas pour autant en avant d'éolienne sensiblement plus meurtrière, les cadavres étant dispersés sur la moitié des éoliennes de la zone.

Les espèces migratrices sont les plus touchées dans notre étude et les plus vulnérables en termes de population, c'est donc principalement vers elles que doivent être orientées des mesures de réduction d'impact.

La mesure la plus appropriée pour diminuer cette mortalité et la plus efficace à l'heure actuelle reste le bridage des machines.

Celui-ci peut être paramétré pour correspondre à la phénologie des espèces (variation de l'activité en fonction de la saison), aux heures d'activité (variation de l'activité au cours de la nuit) et aux conditions permettant le vol (en général : vitesse de vent faible $v < 7-10 \text{ m.s}^{-1}$ et température $T > 12 \text{ °C}$). Ces derniers paramètres doivent être affinés suivant le contexte local mais cela nécessite une étude approfondie de l'activité en continu avec plusieurs appareils enregistreurs d'ultrasons de type SM2 installés dans les nacelles pendant toute la période d'activité des chauves-souris, du transit printanier au transit automnal en passant par la période estivale.

Des résultats sur d'autres parcs éoliens montrent une grande efficacité de ce type de mesures sur la réduction de la mortalité des chiroptères. Ainsi un bridage pour des vitesses de vent inférieures à $7-10 \text{ m.s}^{-1}$ permettrait une baisse de 44 à 93% de cette mortalité pour une perte de production de l'ordre de 1% (Arnett et al., 2010).

3.2. Résultats globaux sur l'avifaune

3.2.1. Nombre, espèces et statuts des oiseaux retrouvés

Espèce	Nombre trouvé en 2013	Directive Oiseaux	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
Roitelet triple-bandeau	2	-	LC	-
Perdrix grise	1	-	LC	AS
Martinet noir	1	-	LC	-

Tableau 5 : Espèces et statuts de protection des cadavres d'oiseaux retrouvés en 2013
(LC : préoccupation mineure ; AS : A surveiller)

Au total, seulement 4 individus de 3 espèces différentes ont été retrouvés morts autour des éoliennes (Tableau 5). Leur statut de protection est plutôt faible.

Le Roitelet triple-bandeau et le Martinet noir font partie des espèces les plus touchées par des cas de collision avec des éoliennes en Europe au sein des passereaux (Dürr (2), 2013). Pour le premier, il s'agit probablement d'individus en migration nocturne sur la zone.

Parmi les facteurs avancés dans la littérature pour expliquer les cas de collision, les aléas météo arrivent en tête. Ainsi, une visibilité réduite due au brouillard ou une perturbation peuvent obliger les oiseaux à chercher à se poser ou bien à voler plus bas dans la zone de rotation des pales. Dans d'autres cas, les lumières clignotantes des nacelles attirent certaines espèces d'oiseaux et les rendent vulnérables à une collision avec le mât ou les pales la nuit (Drewitt & Langston, 2008).

Enfin pour la Perdrix grise, il est plus probable que la collision se soit faite directement avec le mât de l'éolienne (distance du cadavre à la machine faible et hauteur de vol de l'oiseau réduite). Il est possible que ce cas de collision peu fréquent, déjà observé sur d'autres parcs éoliens soit dû au brouillard également.

3.2.2. Détails des résultats

Date	Espèce	Observateur	Distance au mât	N° éolienne	Orientation du cadavre	Remarque
15/08/13	Perdrix grise	Pierrick Millioz	1m	E1-LCM1	S	Choc à la tête et au cou
21/08/13	Martinet noir	Edouard Lhomer	25m	E5-F1	E	Prédaté
26/09/13	Roitelet triple-bandeau	Pierrick Millioz	30m	E1-LCM7	O	Décomposé
01/10/13	Roitelet triple-bandeau	Edouard Lhomer	30m	R91210	N	Cadavre frais

Tableau 5 : Détails des cadavres de chauves-souris retrouvés lors du suivi mortalité 2013

La localisation des cadavres est donnée à l'Annexe 3 page 27.

Le faible nombre de cadavres ne permet pas ici de tirer de conclusions sur la mise en évidence de machines plus impactantes que d'autres pour l'avifaune.

3.2.3. Estimation globale de la mortalité

Les mêmes coefficients que pour les chiroptères ont été utilisés pour le calcul de l'estimation de la mortalité de l'avifaune. La formule de calcul est également identique, seul le paramètre Na : « nombre de cadavres d'oiseaux trouvés » est modifié.

La mortalité sur le complexe de parcs éoliens étudié est estimée entre 24,77 et 25,51 oiseaux morts sur les 22 éoliennes entre le 21 août et le 06 novembre 2013, soit entre 1,13 et 1,16 oiseaux morts par éolienne sur une période de 12 semaines en migration automnale.

Le rapport entre le nombre estimé d'oiseaux victimes de collision et le nombre réel d'oiseaux retrouvés morts en utilisant le coefficient P moyen est d'environ 1/6, c'est-à-dire que sur 10 oiseaux morts, on en a retrouvé entre une et deux. Cette valeur est du même ordre que celles trouvées par Brinkmann en 2006 (entre 1/6 et 1/11), le calcul de l'estimation est donc cohérent. Leur étude s'est déroulée sur 2 années sur la période août-octobre avec un passage tous les 5 jours sur 16 éoliennes.

Sur les parcs éoliens en Europe, la mortalité moyenne varie de 1 à 44 oiseaux/éolienne/an (*DULAC, 2008*). Il semble donc que dans notre étude la mortalité soit très faible en comparaison.

Il faut préciser qu'en 2013, la nidification de l'avifaune dans le nord-ouest de l'Europe a été très perturbée par de mauvaises conditions météo et cela a provoqué des effectifs d'oiseaux migrateurs à l'automne bien inférieurs à la normale. Les résultats de mortalité pour l'avifaune sur une seule année doivent donc être pris avec précaution et ne sont pas forcément représentatifs pour une longue période.

Les conclusions du suivi post implantation de l'avifaune sur le parc du Mont de l'Arbre de 2010 à 2013 vont tout de même dans le même sens que ces résultats : les effectifs d'oiseaux migrateurs sur la zone sont faibles globalement et les lignes d'éoliennes sont implantées en dehors des couloirs de migration principaux et parallèle à ceux-ci (*CPIE, 2014*). L'impact est donc très limité sur les migrateurs et le suivi mortalité de 2013 corrobore ces conclusions.

4. Résultats concernant le parc éolien de la Croix de Cuitot

4.1. Résultats sur les chiroptères

Au total, 5 cadavres de chiroptères ont été trouvés sur les 7 éoliennes du parc éolien de la Croix de Cuitot soit 31% du total pour l'étude sur les 22 éoliennes (Tableau 6). Il s'agit à la fois d'espèces migratrices et sédentaires.

La localisation des cadavres est donnée dans l'Annexe 2, page 26.

Date	Espèce	Observateur	Distance au mât	N° éolienne	Orientation du cadavre	N° cadavre	Remarque
17/09/13	Noctule commune	Pierrick Millioz	35m	R80076	O	9	Cadavre très décomposé
26/09/13	Pipistrelle commune	Pierrick Millioz	10m	E6-D3	O	10	Mâle taché de sang
10/10/13	Pipistrelle commune	Edouard Lhomer	40m	E1-F2	E	11	Cadavre frais, mâle adulte avec signe de barotraumatisme
10/10/13	Pipistrelle de Nathusius	Edouard Lhomer	22m	E6-D3	SE	12	Cadavre frais, mâle adulte avec signe de barotraumatisme
17/10/13	Pipistrelle indéterminée	Edouard Lhomer	14m	E1-LCM1	SE	13	Cadavre très décomposé

Tableau 6 : Détails des cadavres de chauves-souris retrouvés lors du suivi mortalité 2013 sur le parc éolien de la Croix de Cuitot

L'échantillon de cadavres étant assez faible sur un nombre limité d'éoliennes, les calculs d'estimation de la mortalité utilisés précédemment ne peuvent pas s'appliquer en partant de ce chiffre brut. Il faut donc partir du résultat global calculé précédemment et l'appliquer au nombre d'éoliennes visé.

Le résultat était le suivant : la mortalité était estimée entre 4,5 et 4,64 chauves-souris mortes par éolienne sur une période de 12 semaines pendant le transit automnal (protocole Winkelmann). **Ce qui donne pour le cas du parc éolien de la Croix de Cuitot une mortalité estimée totale entre 31,5 et 32,48 chauves-souris mortes sur la même période.**

Il est difficile de tirer des conclusions à l'échelle du parc éolien de la Croix de Cuitot. Les cadavres sont concentrés sur 3 éoliennes dont 3 cadavres sur une seule éolienne mais aucun facteur ne permet d'expliquer réellement cette répartition.

Il semble bien que l'ensemble du secteur présente une sensibilité aux chiroptères en période de migration et les recommandations données précédemment (p17-18) s'appliquent ici.

4.2. Résultats sur l'avifaune

Un seul cadavre d'oiseau a été trouvé sur le parc éolien de la Croix de Cuitot, il s'agit d'un Martinet noir.

En appliquant le même principe que précédemment, **on obtient une mortalité estimée totale entre 7,91 et 8,12 oiseaux pour le parc éolien de la Croix de Cuitot sur une période de 12 semaines pendant la migration automnale.**

Comme pour l'ensemble du complexe éolien, la mortalité sur l'avifaune est ici très faible.

5. Conclusion

Le suivi mortalité avifaune et chiroptères mené en 2013 sur les parcs éoliens des Champs Parents, de la Croix de Cuitot, de Malandaux, de l'Épinette, de la Côte à l'Arbre Lestrée, de Quarnon et du Mont de l'Arbre a permis de recenser 16 cadavres de chauves-souris et 4 cadavres d'oiseaux entre mi-août et début novembre sur un total de 22 éoliennes.

Les estimations de mortalité indiquent une moyenne de 100 chauves-souris mortes pour 22 éoliennes (4,6 par éolienne) et de 25 oiseaux morts (1,1 par éolienne) sur la période étudiée.

En comparant avec d'autres études, il apparaît que cette estimation chez les chiroptères est plutôt élevée pour ce type de milieu (grandes cultures) tandis qu'elle est faible pour les oiseaux.

Concernant le parc éolien de la Croix de Cuitot, on obtient une estimation de 31,5 et 32,48 chauves-souris mortes et 7,91 et 8,12 oiseaux morts pour 7 éoliennes sur la même période.

Nous recommandons une 2^e année de suivi mortalité sur ces parcs éoliens pour vérifier la continuité de ces résultats d'une année sur l'autre notamment sur les chiroptères avant d'envisager d'éventuelles mesures de réduction telles qu'un bridage paramétré des éoliennes pour réduire cette mortalité.

Bibliographie

ANDRE Y, 2004 – Paragraphe « Mortalité », protocole de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune – LPO, p 9-12.

ARNETT E.B., SCHIRMACHER M., HUSO M. and HAYES J., 2009 – Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities – bats and wind energy cooperative, 44 p.

ARNETT E.B., BROWN W.K., ERICKSON W.P., FIEDLER J.K., HAMILTON B.L., HENRY T.H., JAIN A., JOHNSON G.D., KERN J., KOFORD R.R., NICHOLSON C.P., O'CONNELL T.J., PIORKOWSKI M.D., TANKERSLEY R.D.JR., 2008 – Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *Journal of wildlife management*, 72(1), p 61-78.

BAERWALD E.F., D'AMOURS G.H., KLUG B.J., BARCLAY R.M.R., 2008 – Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18(16), p 695-696.

BEUCHER Y., KELM V., ALBESPY F., GEYELIN M., NAZON L., PICK D., 2013 – Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3è et 4è années d'exploitation (2009-2011) – Parc éolien de Castelnau- Pégayrols (12). 111 p.

BRINKMANN R., SCHAUER-WEISSHAHN H., BONTADINA F., 2006 – Études sur les impacts potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris du district de Fribourg – Traduction non-officielle. *Bureau de coordination énergie éolienne*, 77p.

CORNUT J., VINCENT S., 2010 – Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. 43 p.

CPIE 2014, – Suivi post implantation de l'avifaune du parc éolien du Mont de l'Arbre, bilan des 3 années. 45 p.

CPIE & AIRELE, 2013 – Etude écologique du projet d'extension sur la ZDE de l'Épinette. 65 p

CPIE, 2011 – Analyse synthétique d'impacts du projet d'extension du Mont Famillot, Parc éolien du Mont Faverges. 15 p.

CRYAN P.M., BARCLAY R.M.R., 2009 – Causes of bat fatalities at wind turbines : hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6), p 1330-1340.

DREWITT A. L., LANGSTON R. H. W., 2008 – Collisions effects of wind-power generators and others obstacles on birds, *Annals of the New-York Academy of Sciences*, 34 p.

DULAC P., 2008 – Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan des 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.

DÜRR T., 2013 (1) – Verluste Fledermäuse (Tableau de synthèse sur la mortalité des chauves-souris par l'éolien en Europe, septembre 2013)]

DÜRR T., 2013 (2) – Vögelverlusten (Tableau de synthèse sur la mortalité avifaune par l'éolien en Europe, octobre 2013)

ERICKSON P.W., JOHNSON G.D., STRICKLAND M.D., YOUNG D.P., SERNKA K.J. AND GOOD R.E., 2001 – Avian collisions with wind turbines: A summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. *National Wind Coordinating Committee (NWCC) Resource Document*. 67p.

ERICKSON P.W., STRICKLAND D., JOHNSON G.D. et KERN W., 2000 –Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants – National Avian, Wind Power Planning Meeting III – San Diego, California, p 172-182.

HORN J., ARNETT E.B., KUNZ T.H., 2008 – Behavioral Responses of Bats to operating wind turbines – The Journal of Wildlife Management, N°72(1), p 123-132.

JOHNSON G.D., ERICKSON W.P., STRICKLAND M.D., SHEPHERD M.F., SHEPHERD D.A., 2004 – Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *Am. Midl. Nat.*, 150, p 332-342.

JONES G., COOPER-BOHANNON R., BARLOW K., PARSONS K., 2009 – Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat population in Britain, Phase I report. Bat Conservation Trust, 158p.

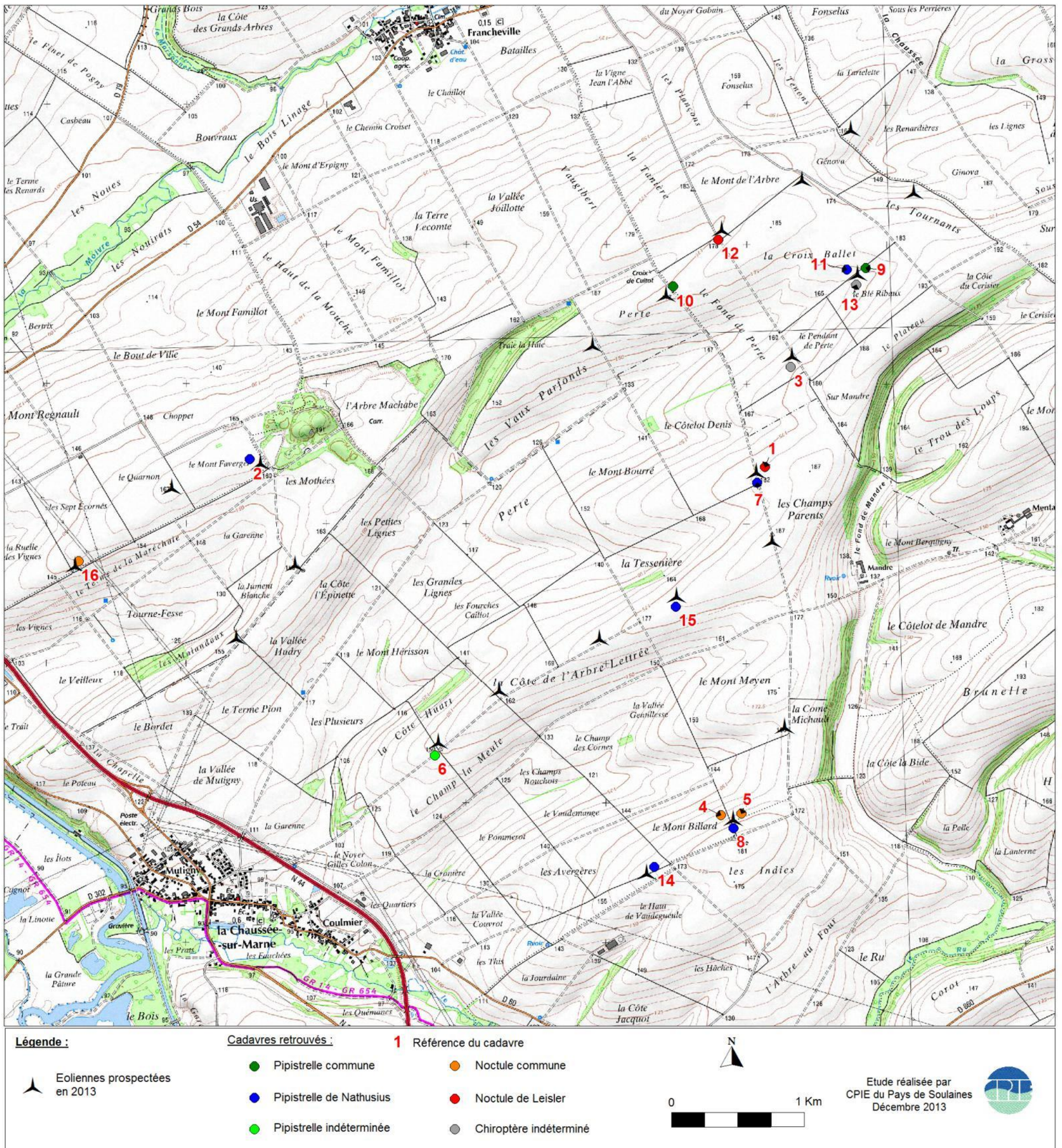
LPO CHAMPAGNE-ARDENNE, 2006 – Première phase du rapport de l'état initial de l'avifaune pour le projet de parc éolien du Mont de l'Arbre, 64 p.

RYDELL J., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., GREEN M., RODRIGUES L. and HEDENSTRÖM A., 2010 – Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2), p 261-274.

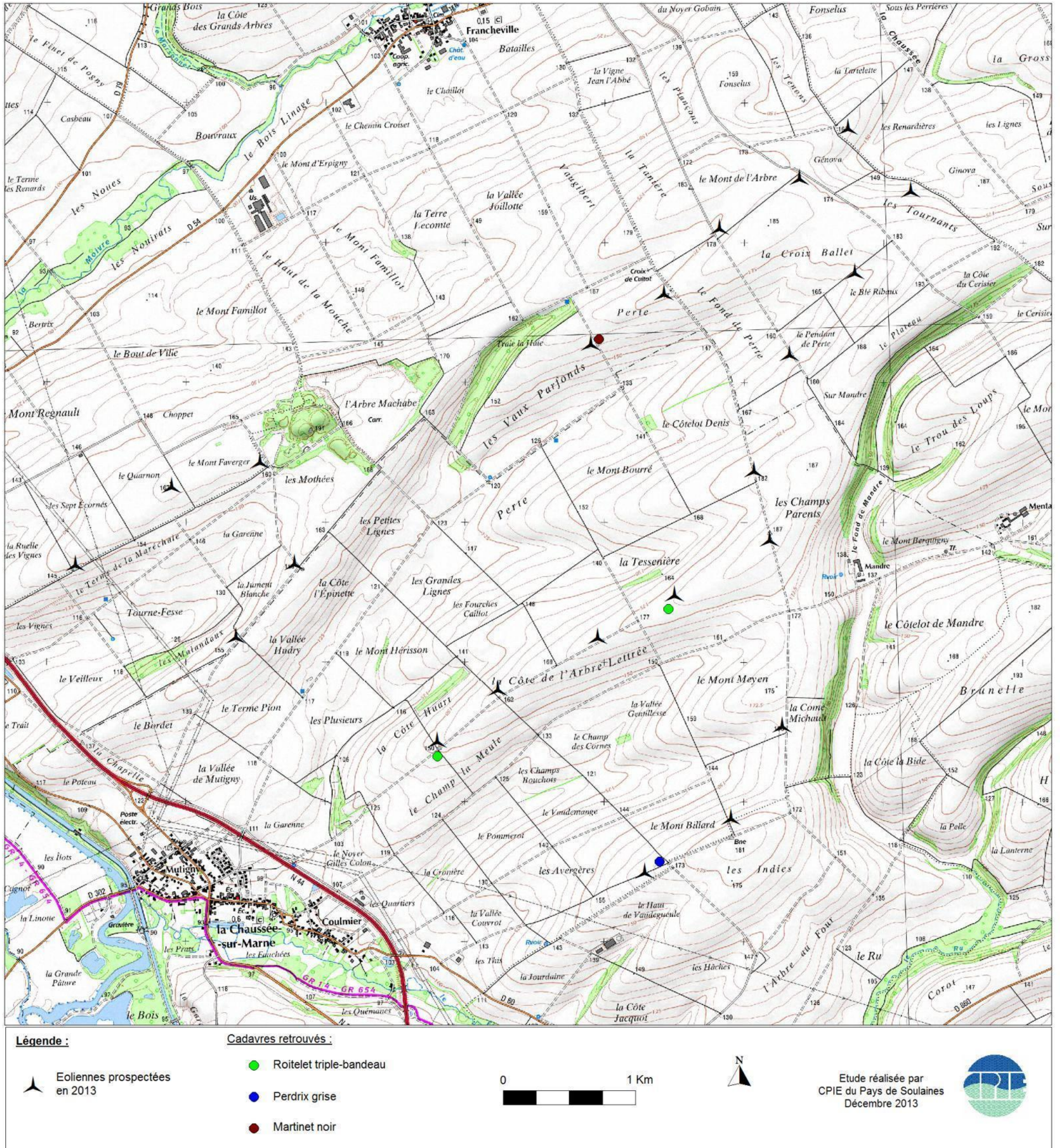
Annexe 1 : Exemple de fiche mortalité chiroptères

FICHE DE TERRAIN MORTALITE		
Suivi chiroptères 2013 - Parcs éoliens du Mont de l'Arbre et proches		
Date : 21/08/2013	Nom du découvreur : Lhomer E.	
Localisation de la découverte :		
Eolienne n°R80110 – à 28 m au sud		
Nom espèce :	Age :	Sexe :
<i>Pipistrellus nathusii</i>	<input type="checkbox"/> adulte <input type="checkbox"/> immature <input type="checkbox"/> juvénile	<input type="checkbox"/> mâle <input type="checkbox"/> femelle <input type="checkbox"/> immature
Etat de l'animal :		
<input type="checkbox"/> vivant (blessé) X mort		
Etat du cadavre		
X frais <input type="checkbox"/> avancé <input type="checkbox"/> décomposé <input type="checkbox"/> sec		
Cause présumée de la mort : Barotraumatisme		
Couverture végétale et visibilité : chaumes – visibilité moyenne		

Annexe 2 : Localisation des cadavres de chiroptères sur la zone étudiée en 2013



Annexe 3 : Localisation des cadavres d'oiseaux sur la zone étudiée en 2013



Annexe 4 : Photos de cadavres découverts en 2013 autour des éoliennes



Cadavre de Pipistrelle commune mâle trouvé le 26/09/13 (n° cadavre = 10)



Cadavre de Roitelet à triple-bandeau mâle trouvé le 26/09



Cadavre de Perdrix grise adulte découvert le 15/08



Cadavre de Pipistrelle commune découvert le 09/10 (n°=11)



Cadavre de Pipistrelle indéterminée découvert le 17/10 (n°=13)



Cadavre de Pipistrelle de Nathusius découvert le 09/10 (n°=12)