

AD'MISSIONS

LUSTRAT Philippe

85 route de pierre longue

77760 Boulancourt

Tel 06 27 37 24 76

lustrat.philippe@orange.fr

<http://www.faune-sauvage-foret-fontainebleau.org>

Suivi chiroptologique du parc éolien de Beau Soleil (56)



Mars 2013

TABLE DES MATIERES

1) Introduction	p 3
2) Méthodologie	p 3
3) Localisation du site d'étude	p 7
4) Résultats	p 8
4.1) Peuplement chiroptologique de la zone d'étude	p 8
4.2) Analyse des résultats	p 8
4.2.1) Suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de l'éolienne	p 8
4.2.2) Contrôle de l'activité des chiroptères	p 13
4.2.3) Recherche de cadavres sous les éoliennes	p 21
5) Mesures afin de limiter la mortalité	p 30
6) Conclusion	p 32
7) Bibliographie	p 33

1) Introduction

Suite à la construction du parc éolien de Beau soleil sur les communes de Taupont et de Saint Malo des Trois Fontaines, la société Electrawinds Bretagne 1 a souhaité effectuer un suivi d'étude chiroptère.

Le parc est composé de 5 éoliennes de type Enercon E82 avec des mâts de 98,38 mètres.

2) Méthodologie

Afin de connaître l'impact réel des éoliennes sur la population locale de chiroptère, nous avons proposé d'effectuer un suivi scientifique selon la méthodologie suivante :

1) Suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de l'éolienne

Objectif du suivi

Connaître l'activité des chiroptères à hauteur des éoliennes pendant la période migratoire automnale (août à octobre).

Méthodologie

La méthode consiste en l'installation d'un détecteur d'ultrasons autonome (SM 2) sur le site d'installation d'éoliennes à l'altitude de rotation des pales.

Un micro ultrasonore, relié par fil à un détecteur posé au sol est installé sur l'éolienne.

Ce détecteur enregistre tous les ultrasons en expansion de temps (donc toute la gamme ultrasonore, en continu), et les enregistre sur carte mémoire. Il note la date et l'heure d'enregistrement. Cet appareil est alimenté par le secteur.

Cette méthode permet de connaître tous les passages de chiroptères à hauteur des pales des éoliennes.

De plus, il est possible de corréler l'activité des chiroptères avec la vitesse du vent ou les autres mesures disponibles.

Les limites de cette méthode sont la portée des ultrasons émis par les différentes espèces de chiroptères.

Nous pouvons séparer les espèces présentes dans la zone d'étude en plusieurs groupes selon la portée de leurs émissions ultrasonores :

Espèces	Distance maximum de détection
Noctule commune	200 m
Noctule de leisler Sérotine commune	100 m
Pipistrelles (toutes espèces)	50 m
Oreillard (toutes espèces) Myotis (toutes espèces) Barbastelle Rhinolophes (toutes espèces)	20 m

Résultats attendus

Ceux-ci peuvent s'articuler autour des principaux points sur lesquels porte l'impact, en particulier :

- détermination de mouvements migratoires
- détermination de comportement de chasse à proximité des éoliennes

En cas de recherche de cadavre simultanée au suivi, il est possible de corréler la mortalité avec l'activité enregistrée avec le détecteur.

2) Contrôle de l'activité des chiroptères

Objectif du suivi

Connaître l'activité des chiroptères dans les milieux environnants les éoliennes, notamment les lisières avec les milieux boisés.

Cela permettra de mettre en relation l'activité au niveau de ces lisières avec l'activité à hauteur des éoliennes.

L'activité de chasse sera différenciée des déplacements notés.

Méthodologie

Nous effectuerons des prospections par itinéraires échantillons à pied et par points d'écoute d'une durée de 15 minutes chacun pour les sites les plus intéressants.

Nous utilisons un détecteur de type AR 180 (Binary Accoustic) couplé à un netbook Sony Vaio. Les signaux captés sont numérisés et enregistrés en expansion de temps (10 X) sur l'ordinateur.

Un phare portatif ou un système de vision nocturne sont parfois utilisés pour observer certains individus afin de noter des critères visuels d'identification.

L'identification de la plupart des espèces de chiroptères est possible de façon fiable avec les détecteurs à expansion de temps, à condition d'analyser les sons

enregistrés. Pour identifier les espèces, nous procédons à une analyse discriminante multi variée (8 variables analysées). L'analyse des ultrasons est effectuée, en effectuant pour chaque signal une transformée de Fourier rapide (FFT), ou sur ordinateur à l'aide de différents programmes d'analyse (Bat sound, Cool edit, Syrinx).

En cas de contact avec une chauve-souris, nous restons quelques instants en écoutant s'il y a d'autres contacts, afin de savoir s'il s'agit d'une action de chasse (nombreux contacts rapprochés) ou d'un déplacement (un seul contact).

Temps passé :

Nous effectuerons un circuit toutes les deux semaines pendant la période étudiée (août à octobre), soit 6 passages au total.

Résultats attendus

Nous pourrions déterminer de façon précise les déplacements et contrôler l'activité de chasse des chiroptères au cours de la période étudiée.

3) Recherche de cadavres sous les éoliennes

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), mais simplifiée.

Pour chacune des 8 machines, la recherche est faite sur une aire de 1 ha, c'est-à-dire au niveau d'un carré de 100 mètres de côté centré sur l'éolienne afin de pouvoir réaliser la prospection jusqu'à une distance minimale de 50 mètres du mât. La totalité de la surface de 1 ha.

Pour prospecter efficacement l'ensemble de la zone, nous nous sommes aidés d'une matérialisation au sol par piquet, ainsi que d'un gps portable avec cartographie au 1 :25000 afin de suivre précisément le circuit de prospection.

Le temps de recherche est d'environ 1 heure par machine.

Chaque circuit que nous avons effectué pour chaque éolienne est espacé de 12 mètres du suivant, soit une visibilité de 6 mètres de chaque côté du transect.

Tous les cadavres de chauves-souris trouvés sont photographiés et pour chacun d'entre eux, il est noté : le numéro de l'éolienne la plus proche, la localisation (au moyen d'un GPS), l'état et, dans la mesure du possible, l'espèce, le sexe, l'âge, la cause et la date présumées de la mort.

- **Nombre de chiroptères tué estimé = $(Na-Nb)/(P*Z*O*D)$**
 - Na est le nombre total de chauves-souris trouvées mortes
 - Nb le 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 est le taux de correction lié à la prédation sur le site :
 - si sur 10 cadavres 2 disparaissent en 1 semaine on a :
 - $P= 0.8$ (pour une semaine)
 - Z Efficacité du « chercheur de cadavres » : si l'on en retrouve 8/10 on a $Z=0.8$
 - O et D sont des unités de mesure :
 - O est ici la surface prospectée ou le nombre d'éoliennes surveillées.
 - D est le nombre de jours de recherche. Il s'agit donc d'un temps qui est difficilement extrapolable à l'année tant les conditions (biologiques et climatiques) sont variables.

La recherche des cadavres sera effectuée selon la méthodologie suivante :

Un quadrillage sera matérialisé au sol avec des piquets, afin de se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. Ces piquets seront espacés de 25 mètres. Les prospections s'effectuent de part et d'autres des lignes matérialisées par ces piquets.

Résultats attendus

La recherche de cadavre sous l'éolienne concernée permettra de connaître la mortalité réelle engendrée par l'éolienne.

Temps passé : 2 passages par mois d'août à octobre, soit 6 passages.

Résultats attendus

Connaître la mortalité due aux éoliennes et la mettre en relation avec l'activité des chiroptères au sol et à hauteur des éoliennes.

4) Période d'étude

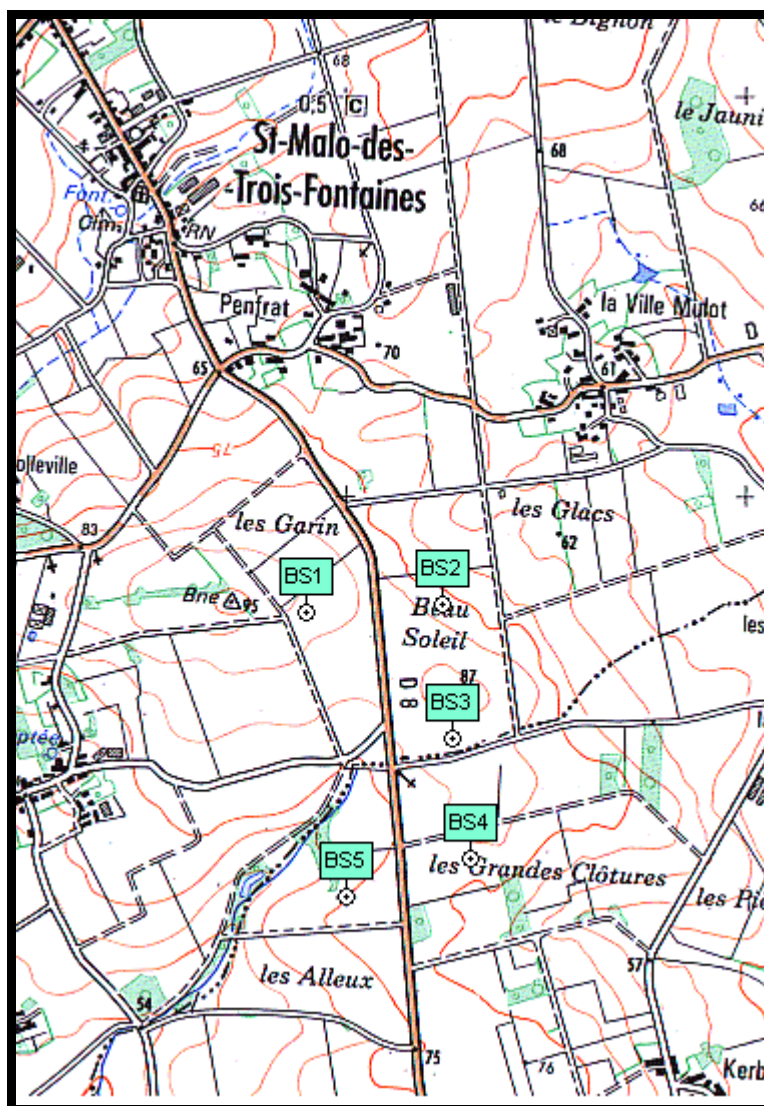
Nous proposons d'effectuer ce suivi pendant la période où la mortalité des chiroptères est la plus élevée près des éoliennes, c'est-à-dire durant les mois d'août, septembre et octobre.

3) Localisation du site d'étude

Le parc éolien étudié est situé près de Saint Malo des Trois Fontaines, dans le département du Morbihan.

Le parc est composé de 5 éoliennes.

La carte n° 1 localise ce parc.



Carte n° 1 : Localisation du parc éolien de Beau Soleil.

4) Résultats

4.1) Peuplement chiroptologique de la zone d'étude

Une expertise a été menée en 2005 par Bretagne vivante (Projet éolien de Beausoleil, expertise chiroptères, O. Farcy, 11 pages).

4 espèces ont été recensées : Pipistrelle commune, Murin de daubenton, Pipistrelle de Kuhl, et Sérotine commune.

Selon cette même association, la Bretagne abrite 21 espèces de chiroptères.

4.2) Analyse des données

4.2.1) Suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de l'éolienne

Le suivi a été effectué depuis le 8 août 2012 (date de pose du détecteur jusqu'à fin décembre 2012 (date où les cartes mémoires étaient entièrement remplies).

Le détecteur a été posé sur l'éolienne n° B 5 (voir carte n° 1 et photo n° 1).



Photo n° 1 : Micro en place sur l'éolienne (photo : E. Parenty).

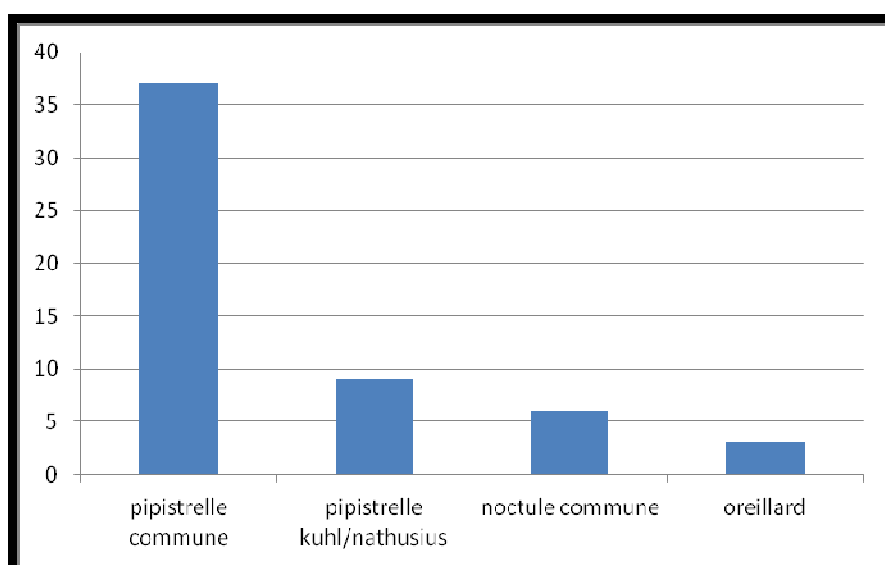
Le tableau suivant décrit tous les contacts enregistrés :

Espèces	Dates	Heure	Comportement
Pipistrelle commune	29 aout	21h44	Chasse
Pipistrelle commune	30 aout	21h39	Chasse
Pipistrelle commune	31 aout	00h16	Chasse
Pipistrelle commune	31 aout	01h14	Chasse
Pipistrelle commune	1 septembre	21h26	Chasse
Noctule commune	1 septembre	23h18	Chasse
Pipistrelle commune	1 septembre	23h35	Chasse
Pipistrelle commune	2 septembre	01h54	Chasse
Pipistrelle commune	2 septembre	21h30	Chasse
Pipistrelle commune	2 septembre	21h39	Chasse
Pipistrelle commune	2 septembre	21h48	Chasse
Noctule commune	3 septembre	01h48	Chasse
Pipistrelle commune	3 septembre	00h56	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	3 septembre	01h01	Chasse
Oreillard sp. (gris probable)	3 septembre	02h01	Chasse
Oreillard sp. (gris probable)	3 septembre	02h09	Chasse
Oreillard sp. (gris probable)	3 septembre	02h22	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	3 septembre	02h20	Déplacement
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	3 septembre	22h34	Chasse
Pipistrelle commune	3 septembre	22h06	Chasse
Pipistrelle commune	3 septembre	23h35	Chasse
Noctule commune	4 septembre	04h46	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	4 septembre	21h57	Chasse
Pipistrelle commune	4 septembre	22h02	Déplacement
Pipistrelle commune	4 septembre	23h15	Chasse
Pipistrelle commune	5 septembre	02h25	Chasse
Pipistrelle commune	5 septembre	05h10	Chasse
Pipistrelle commune	5 septembre	22h07	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	6 septembre	23h01	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	7 septembre	21h43	Chasse
Pipistrelle commune	16 septembre	20h52	Chasse
Pipistrelle commune	16 septembre	22h06	Chasse
Pipistrelle commune	16 septembre	23h22	Chasse
Pipistrelle commune	17 septembre	20h50	Chasse
Pipistrelle commune	17 septembre	21h54	Chasse
Pipistrelle commune	17 septembre	21h59	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	17 septembre	22h01	Chasse

Pipistrelle de Kuhl/nathusius	17 septembre	22h05	Chasse
Pipistrelle de Kuhl/nathusius	17 septembre	22h07	Chasse
Pipistrelle commune	17 septembre	22h05	Chasse
Pipistrelle commune	17 septembre	22h07	Chasse
Pipistrelle commune	19 septembre	21h38	Chasse
Pipistrelle commune	19 septembre	22h01	Chasse
Pipistrelle commune	19 septembre	23h33	Chasse
Pipistrelle commune	19 septembre	23h48	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	20h50	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	21h00	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	21h23	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	21h58	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	22h15	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	22h26	Chasse
Pipistrelle commune	20 septembre	23h39	Chasse
Noctule commune	22 septembre	20h41	Chasse
Noctule commune	22 septembre	21h10	Chasse
Noctule commune	22 septembre	21h30	Chasse

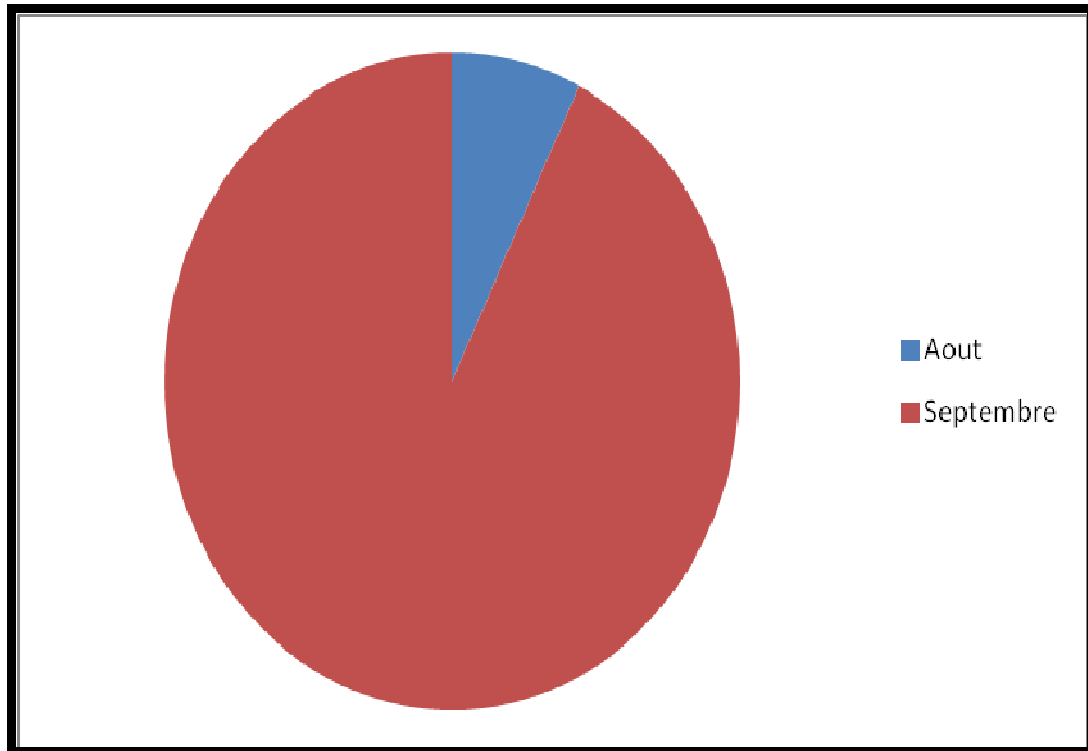
Quatre espèces ou groupe d'espèces ont été contactées pour un total de 55 contacts (certaines espèces ne peuvent pas toujours être identifiées de façon certaine en analysant leurs ultrasons, elles sont alors regroupées) :

- La Pipistrelle commune (67 %)
- Le groupe Pipistrelle de Kuhl/Pipistrelle de Nathusius (16,5 %)
- La Noctule commune (11%)
- Le groupe Oreillard roux/Oreillard gris (5,5 %)



Répartition des espèces

Les périodes de contacts sont restreintes et concernent surtout le mois de septembre (93 % des contacts) :

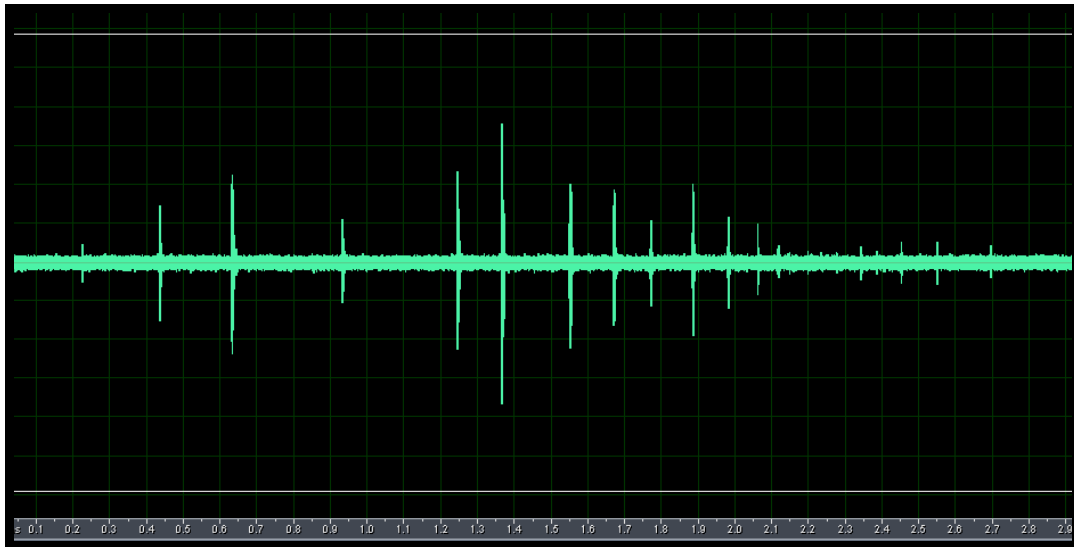


Répartition temporelle

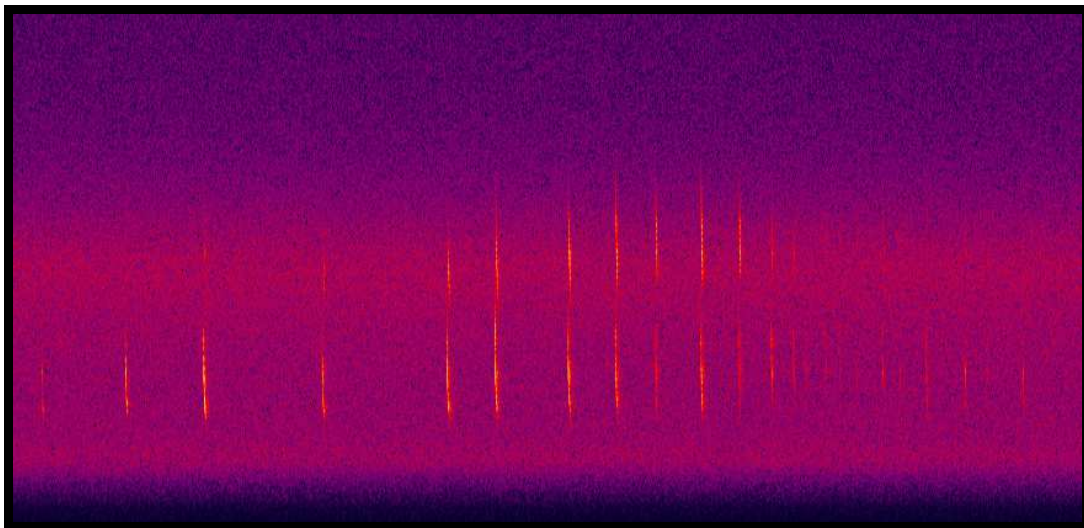
La présence de l'Oreillard est particulièrement intéressante car cette espèce est réputée voler à faible hauteur.

De plus, les environs de l'éolienne ayant effectué les enregistrements sont composés d'une plantation de maïs, et ne sont donc pas favorables à une activité de chasse.

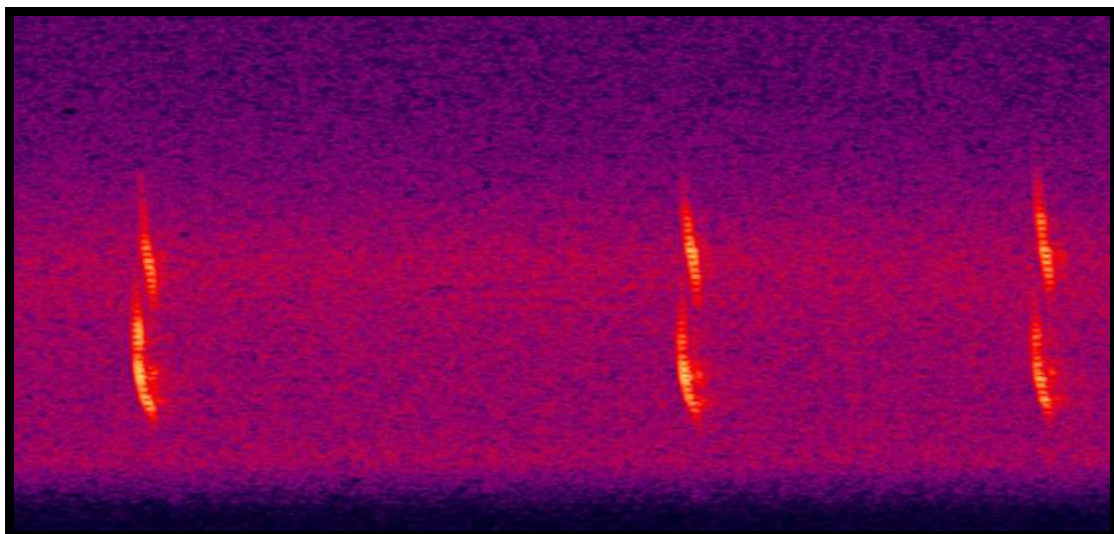
En analysant finement les ultrasons avec l'aide de JF Julien du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, on peut déduire que cette chauve-souris était au ras de la structure, sûrement très proche du détecteur (présence de nombreux harmoniques qui d'habitude ne portent pas loin), et qu'elle était prête à capturer une proie, ou à se poser (analyse du « buzz »). On peut donc imaginer qu'elle est montée le long du pylône et non arrivée en volant en ligne droite à 100 mètres de haut.



Enregistrement de l'oreillard, forme d'onde.



Enregistrement de l'oreillard : forme spectrale.



Enregistrement de l'oreillard : zoom sur la forme spectrale.

4.2.2) Contrôle de l'activité des chiroptères

Le but de ce contrôle est de connaître l'activité des chiroptères dans les milieux environnants les éoliennes, notamment les lisières avec les milieux boisés.

Cela permet de mettre en relation l'activité au niveau de ces lisières avec l'activité à hauteur des éoliennes.

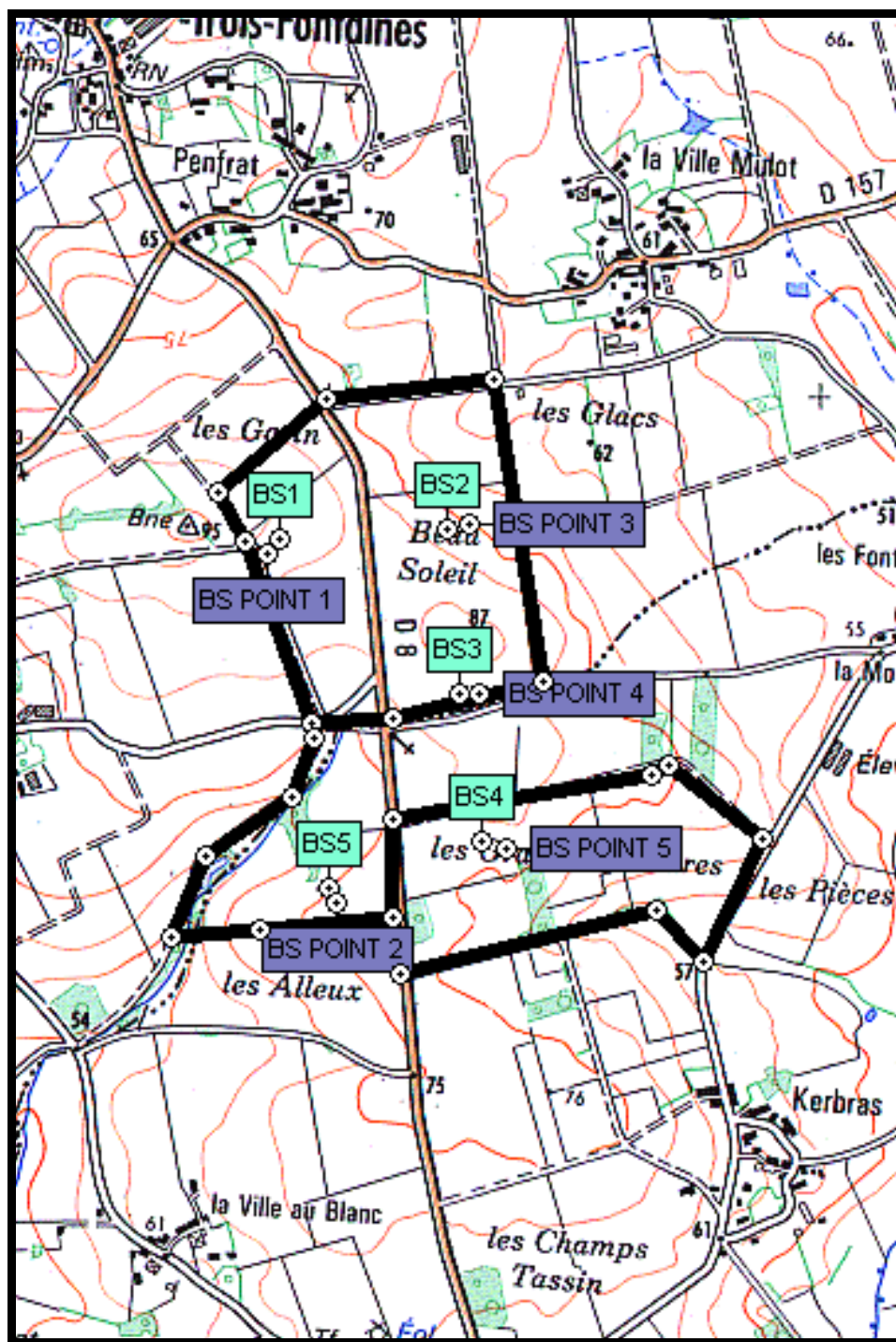
L'activité de chasse sera différenciée des déplacements notés.

Le transect et les points d'écoute sont localisés sur la carte n° 2.

A chaque visite, nous effectuons le transect complet en véhicule à vitesse réduite (avec quelques déplacements à pied) et nous effectuons un point d'écoute de 15 mn à chacun des 5 points. Les points sont localisés au pied de chaque éolienne.

Les 6 visites ont été effectuées aux dates suivantes :

- 9 août 2012
- 22 août 2012
- 6 septembre 2012
- 19 septembre 2012
- 4 octobre 2012
- 17 octobre 2012



Carte n° 2 : transect (tracé noir) et points d'écoute (numérotés de BS point 1 à BS point 5).

Résultats

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus :

Dates	Espèces	Nombre de localisations	Nombre de contacts
9 aout 2012	Pipistrelle commune	8	15
22 aout 2012	Pipistrelle commune	7	12
6 septembre 2012	Pipistrelle commune	5	7
	Noctule commune	1	5
19 septembre 2012	Pipistrelle commune	3	3
4 octobre 2012	aucune	0	00
17 octobre 2012	aucune	0	00

Le nombre de contacts est supérieur au nombre de localisations, car lors des points d'écoute, il arrive souvent que la même chauve-souris passe plusieurs fois au même endroit, notamment lorsqu'elle chasse.

Le nombre de contacts ne permet pas d'estimer le nombre de chiroptères, mais donne un indice de l'activité des chiroptères.

Plus on avance en saison, plus le nombre de contacts et de localisations diminue, ce qui prouve bien qu'il s'agit d'animaux en action de chasse et non de migrations.

En effet, les migrations s'effectuent à partir de mi-aout jusqu'en septembre-octobre, et aucun contact n'a été noté dès octobre.

De plus, aucun enregistrement n'a été classé en tant que déplacement que ce soit lors des transects ou lors des déplacements.

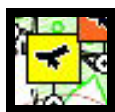
Les cartes n° 3, 4, 5 et 6 localisent les contacts.

L'activité de chasse est relativement faible et seulement deux espèces sont concernées : la Pipistrelle commune et dans une moindre mesure, la Noctule commune.

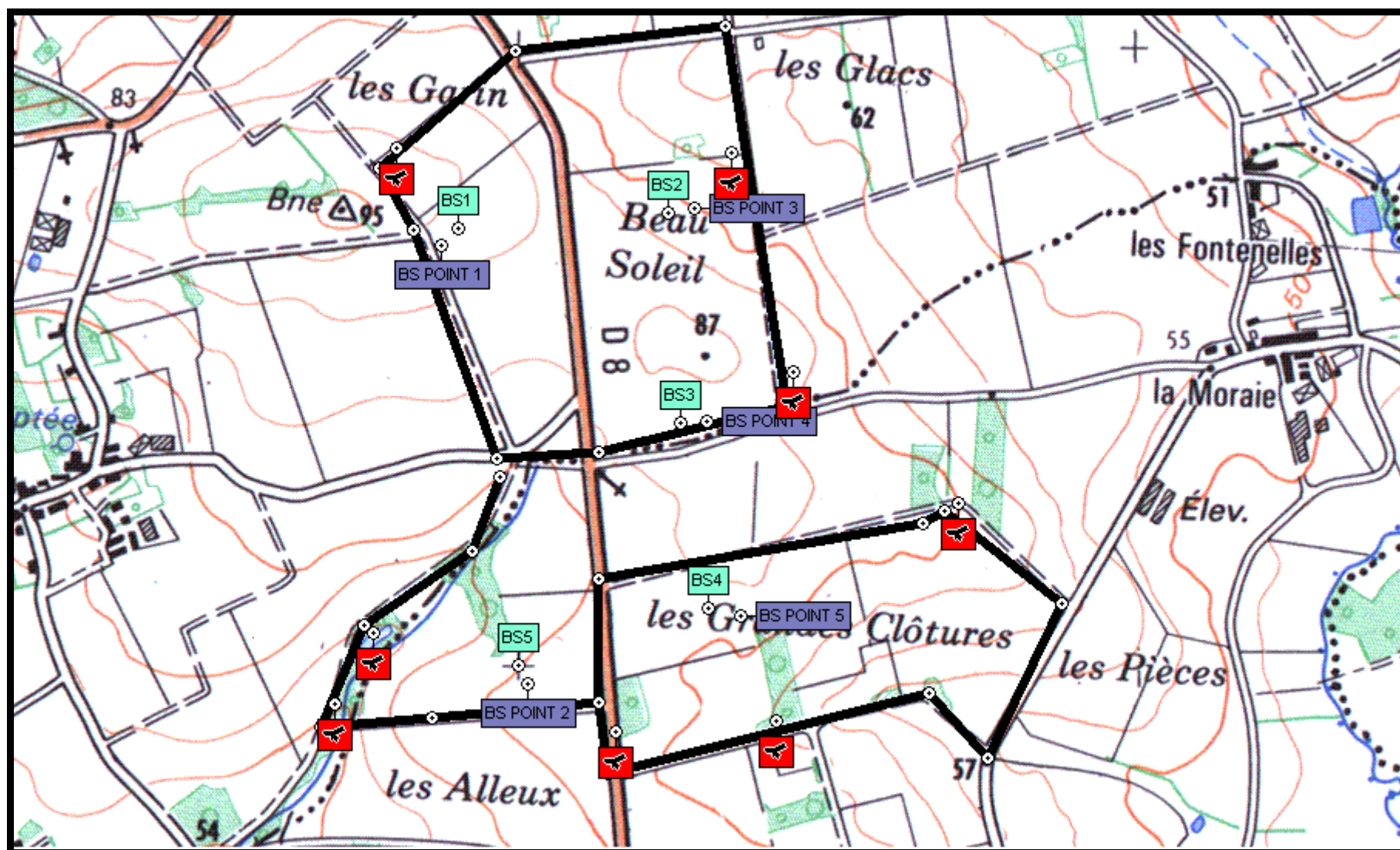
Légende :



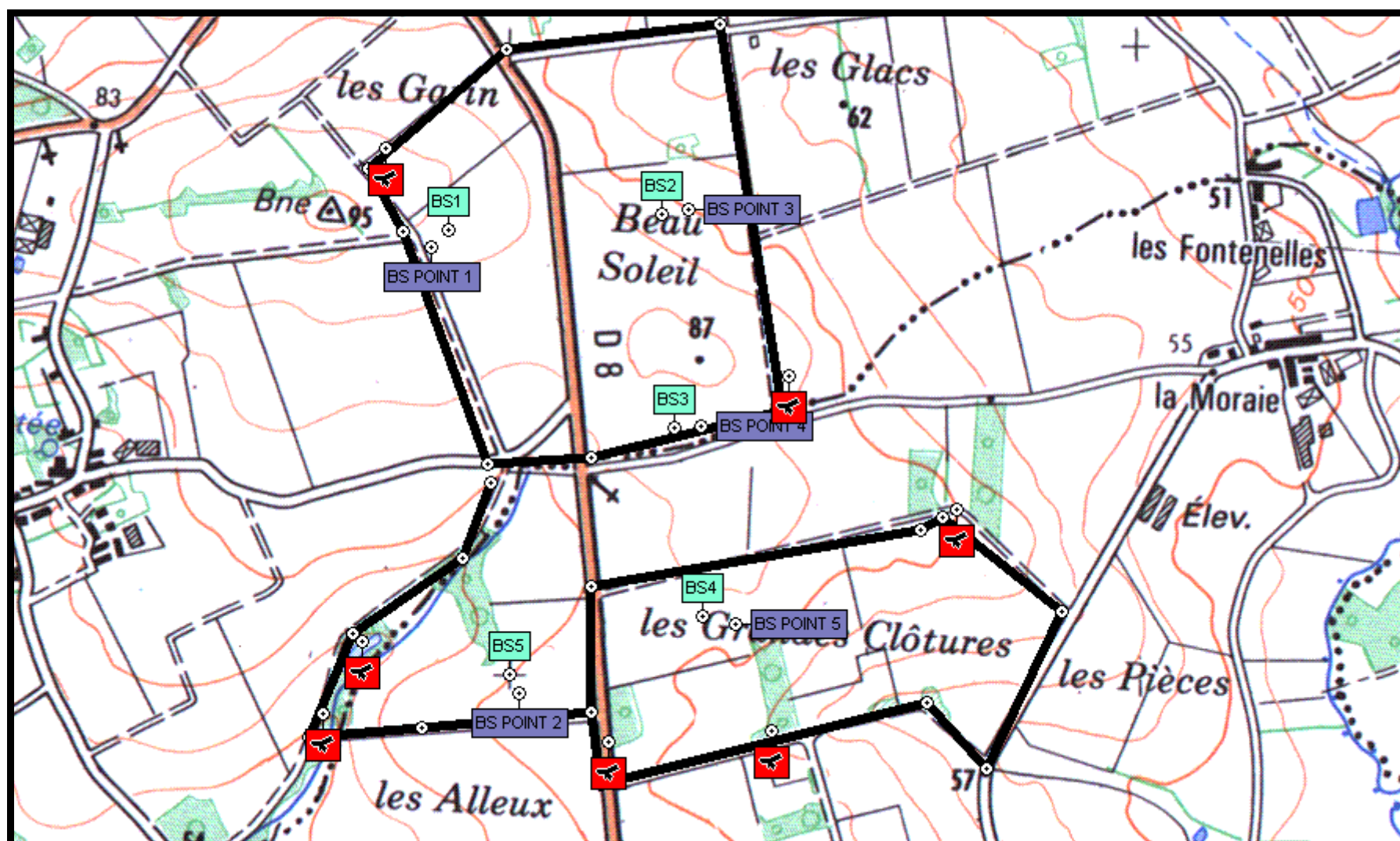
Pipistrelle commune



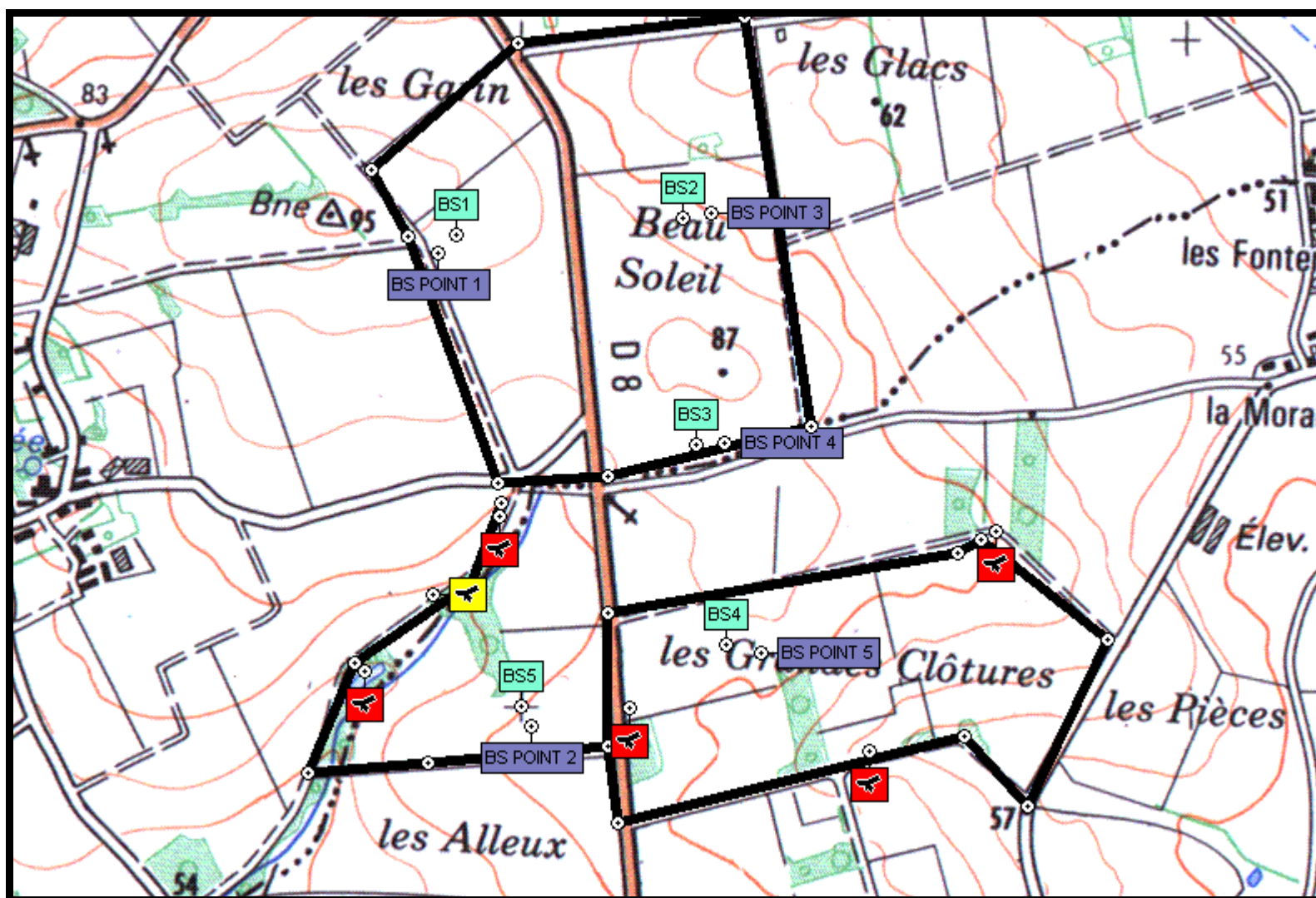
Noctule commune



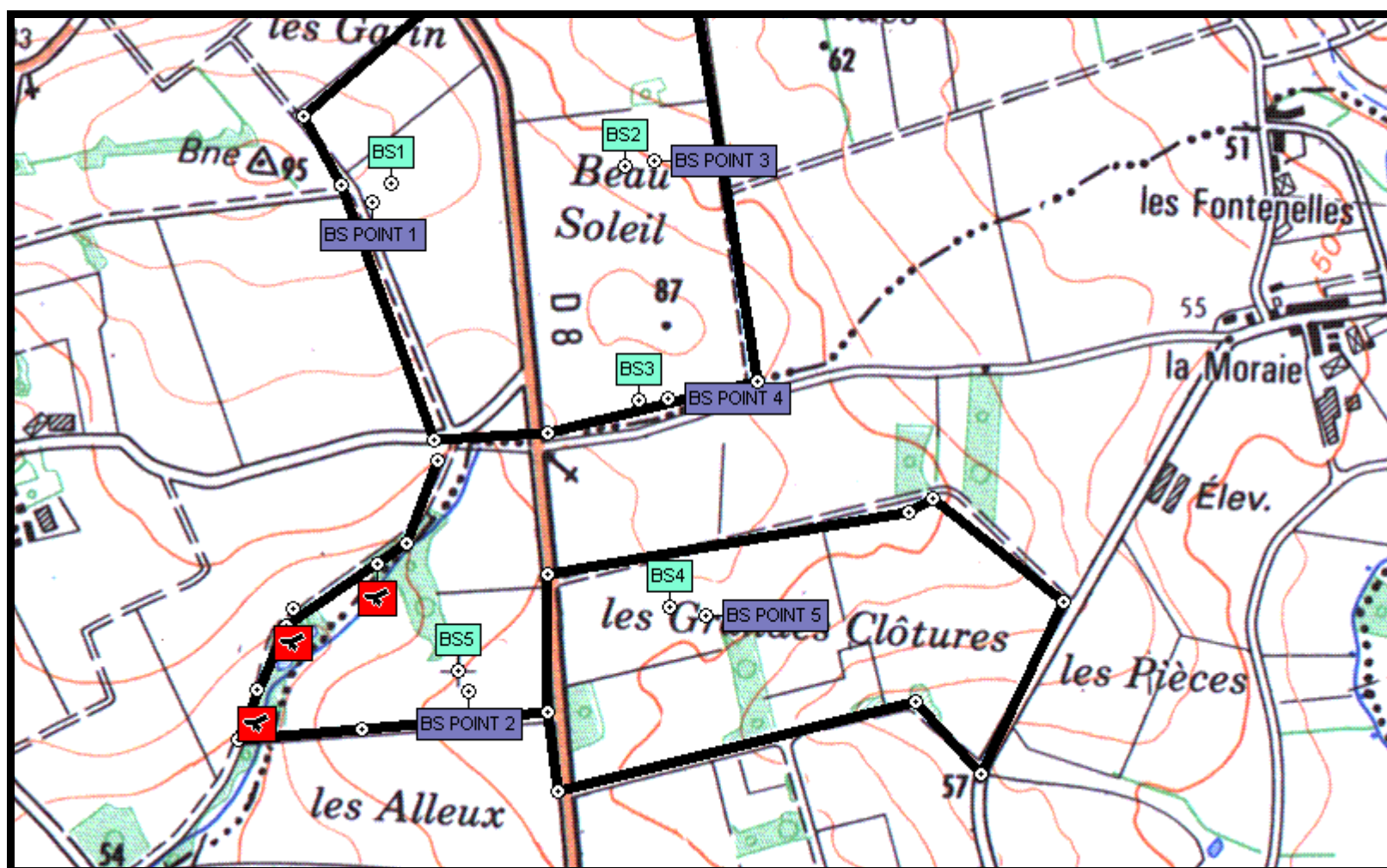
Carte n° 3 : contacts notés le 9 aout.



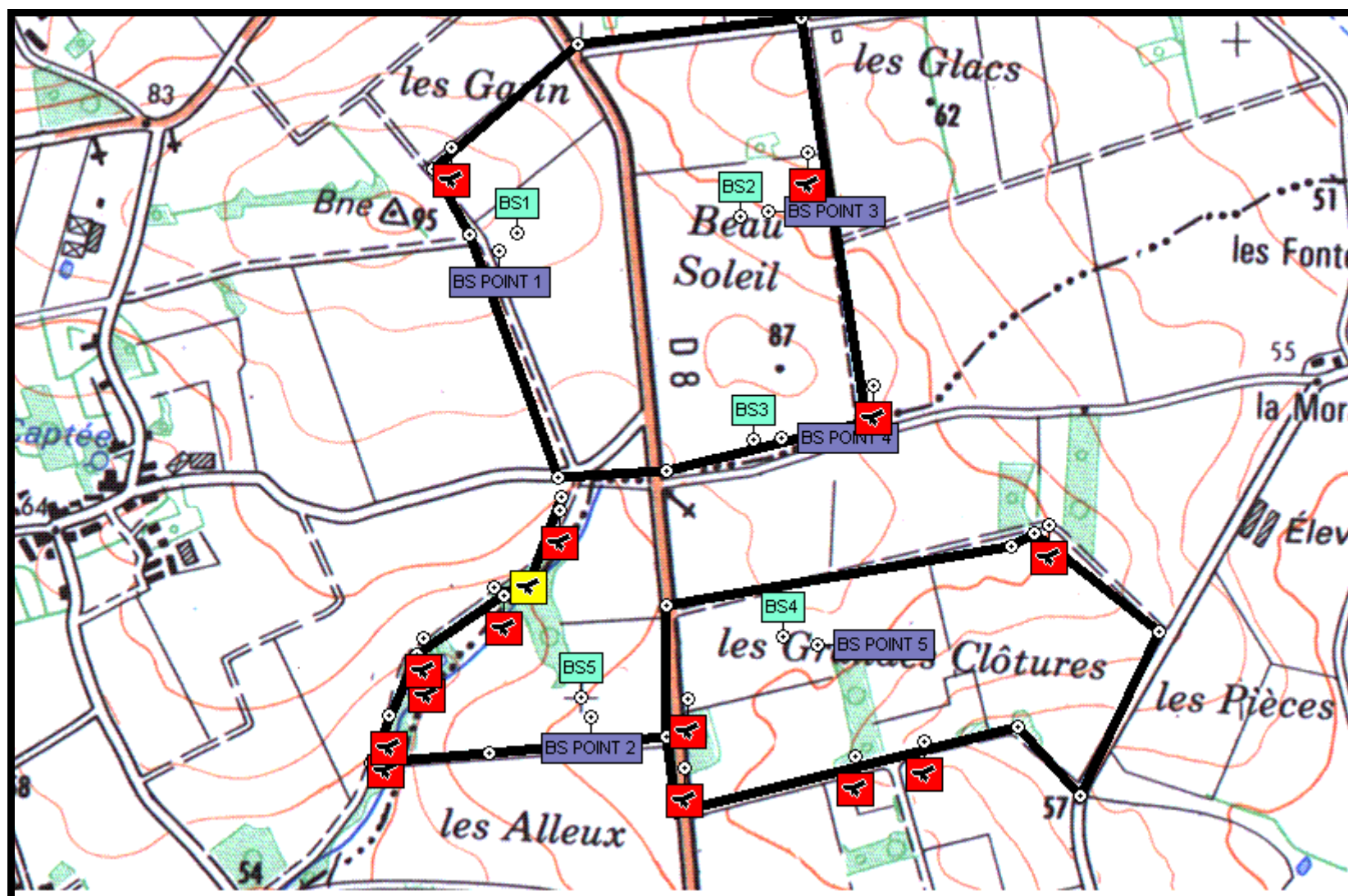
Carte n° 4 : contacts notés le 22 aout.



Carte n° 5 : contacts notés le 6 septembre.



Carte n° 6 : contacts notés le 19 septembre.



Carte n° 7 : totalité des contacts notés pendant la période d'étude.

4.2.3) Recherche de cadavres sous les éoliennes

Les recherches de cadavres ont été effectuées aux dates suivantes :

- 9 août 2012
- 22 août 2012
- 6 septembre 2012
- 19 septembre 2012
- 4 octobre 2012
- 17 octobre 2012

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 (Z)

Ce coefficient varie en fonction du couvert végétal.

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, soit au total 50 leurres.

Puis nous avons effectué une recherche de cadavres dans les conditions normales du suivi. Cette recherche a été faite le 9 août.

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

N° éolienne	Milieux	Nombre de leurres trouvés (Z)
1	Labour	9
2	50 % Maïs/50 % labour	5
3	Labour	9
4	Labour	8
5	Maïs	0

La valeur du taux de détection de l'observateur est comprise entre 0 et 9 selon l'éolienne.

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 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 50 souris.

Nous avons déposé ces cadavres le 9 août 2011, avec des gants afin de limiter l'odeur humaine. Nous sommes retournés une semaine après le 16 août et la totalité des cadavres avaient disparu.

Ce test donnerait donc un taux de correction (P) de 10.

Cependant, la bibliographie montre que l'utilisation de souris ou d'autres animaux est fortement biaisée car les prédateurs sont friands de micro-mammifères, 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 présences	Temps
Pipistrelle commune	6 septembre	19 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.

Résultats

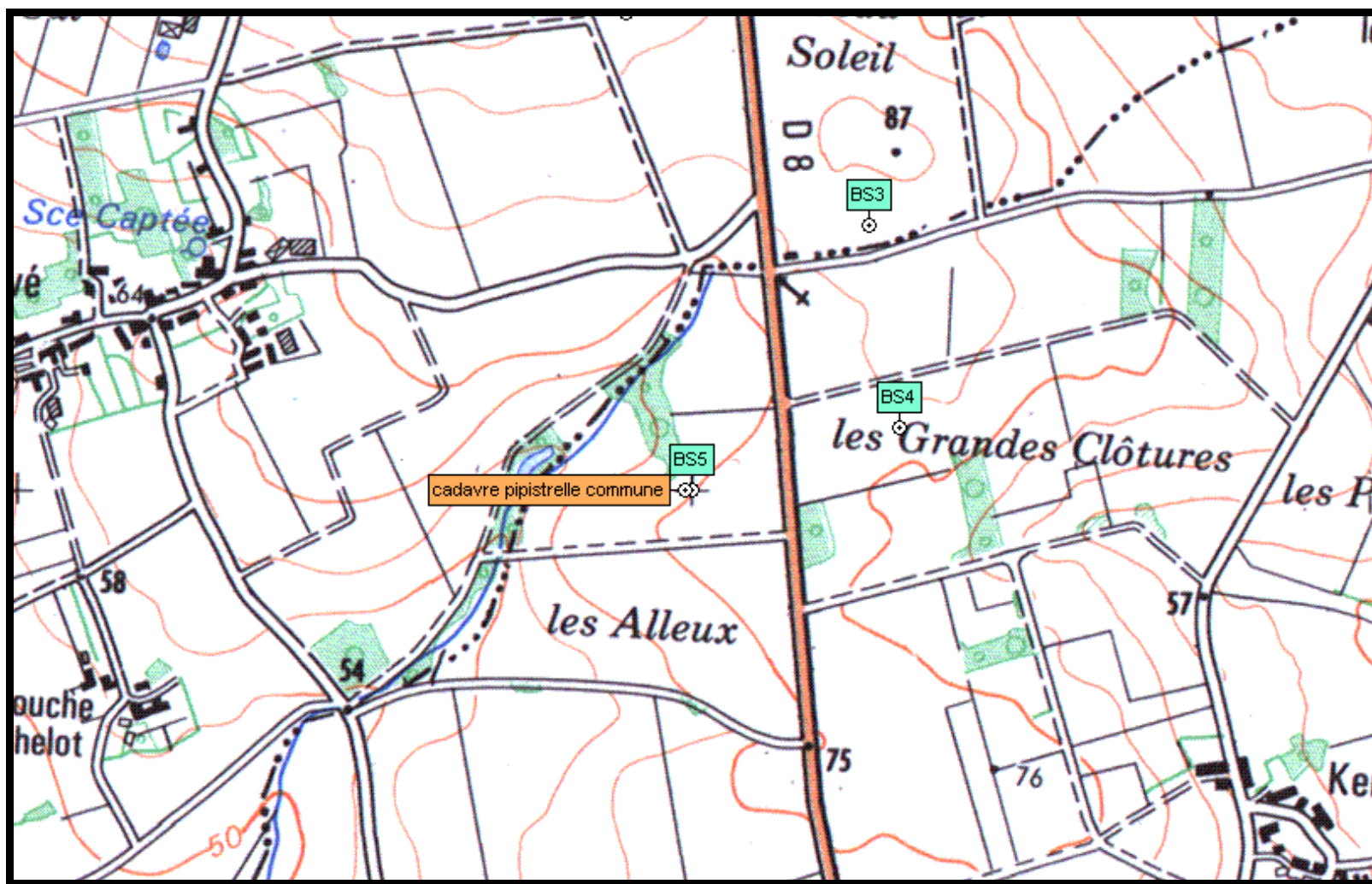
Un cadavre de chiroptère a été trouvé au cours des 6 contrôles effectués entre le 9 août et le 17 octobre 2012 sous les 5 éoliennes.

Distribution spatiale des cadavres :

Le cadavre a été trouvé sous l'éolienne n° 5 (voir carte n°7), sur le terre plein devant l'éolienne.

La distance par rapport au mat des éoliennes est la suivante :

Cadavre	Distance par rapport au mat
Pipistrelle commune	10 m



Carte n° 8 : localisation du cadavre.

Distribution temporelle des cadavres :

Le seul cadavre de chiroptères a été trouvé le 6 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).

Analyse des résultats :

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

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

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

La présence d'une haie à proximité attire les Pipistrelles communes. D'ailleurs, des contacts ont été notés à proximité lors des transects (voir carte n° 7).



Photo n° 2 : Pipistrelle commune morte sur le site.

Caractéristiques des espèces et des individus trouvés

La seule espèce impactée à Beausoleil est une pipistrelle commune 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.

Estimation du nombre effectif de victimes et facteurs de correction

Rappel de la méthode de calcul :

- **Nombre de chiroptères tué estimé = $(Na-Nb)/(P*Z*O*D)$**
 - Na est le nombre total de chauves-souris trouvées mortes
 - Nb le 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 est le taux de correction lié à la prédation sur le site :
 - si sur 10 cadavres 2 disparaissent en 1 semaine on a :
 - $P= 0.8$ (pour une semaine)
 - Z Efficacité du « chercheur de cadavres » : si l'on en retrouve 8/10 on a $Z=0.8$
 - O et D sont des unités de mesure :
 - O est ici la surface prospectée ou le nombre d'éoliennes surveillées.
 - D est le nombre de jours de recherche (en semaines). Il s'agit donc d'un temps qui est difficilement extrapolable à l'année tant les conditions (biologiques et climatiques) sont variables.

Application pour l'éolienne (n° 5) où le cadavre a été trouvé :

Jour du suivi	NA	NB	P	Z	Nombre estimé
6 septembre	1	0	1	0,9	1,11

Eol 5 (6 septembre) : $(1-0)/(1*0,9) = 1/0,9 = 1,11$

Soit 1,11 chiroptère tué pour les 5 éoliennes sur 2 semaines au mois d'aout.

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.

Cependant, on peut déterminer le nombre estimé de chiroptères morts pour l'ensemble de ce parc pour la période d'étude (10 aout au 2 novembre) :

période	NA	NB	P	Z (moyenne des 5 éoliennes)	Nombre estimé
9 aout/17 octobre	1	0	1	0,6	1,66

$$(1-0)/(1*0,6) = 1/0,6 = 1,66.$$

Soit 1,66 chiroptère mort pour les 5 éoliennes pendant la période du 9 aout au 17 octobre.

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

Cependant, on peut considérer que les 3 mois étudiés sont des mois d'activité moyenne (aout et septembre : forte activité et octobre : faible activité).

En multipliant ce trimestre par trois (on ne compte pas décembre, janvier et février où il n'y a pas d'activité), la mortalité annuelle estimée serait de $(1,66 \times 3)$ de 4,98 chiroptères.

Le tableau suivant compare la mortalité avec d'autres parcs européens :

Site	Période d'étude	Fréquence des contrôles	Nombre d'éoliennes échantillonnées	Nombre de cadavres	Références
Beausoleil	9 aout 2011 au 17 octobre 2011	15 jours	5	1	Lustrat 2013
Penquer	10 aout 2011 au 3 novembre 2011	15 jours	8	1	Lustrat 2011
Maure de Bretagne	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.

Enjeux chiroptologiques

Sur le plan de la conservation des espèces, la mortalité des chauves-souris liée aux éoliennes de Beausoleil n'est pas préoccupante car sa valeur estimée est très 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.

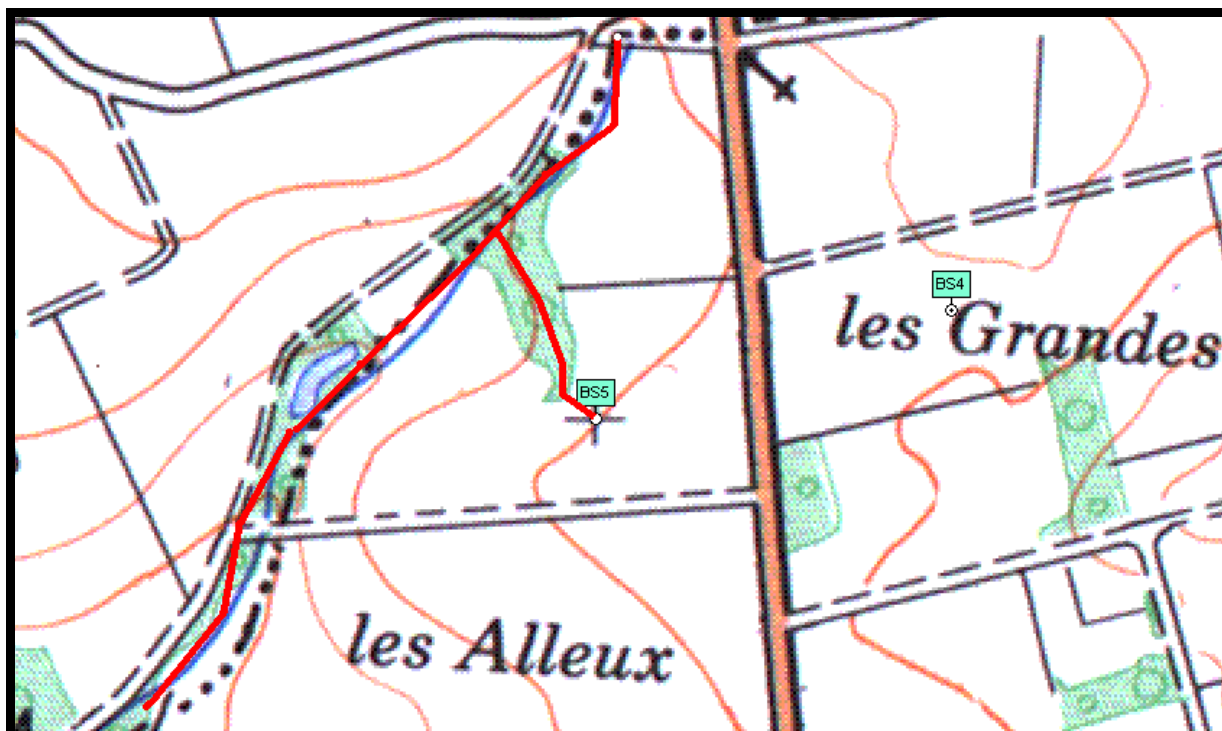
5) Mesures afin de limiter la mortalité

Bien que la mortalité soit particulièrement faible, il est possible d'essayer de la réduire encore plus avec quelques mesures :

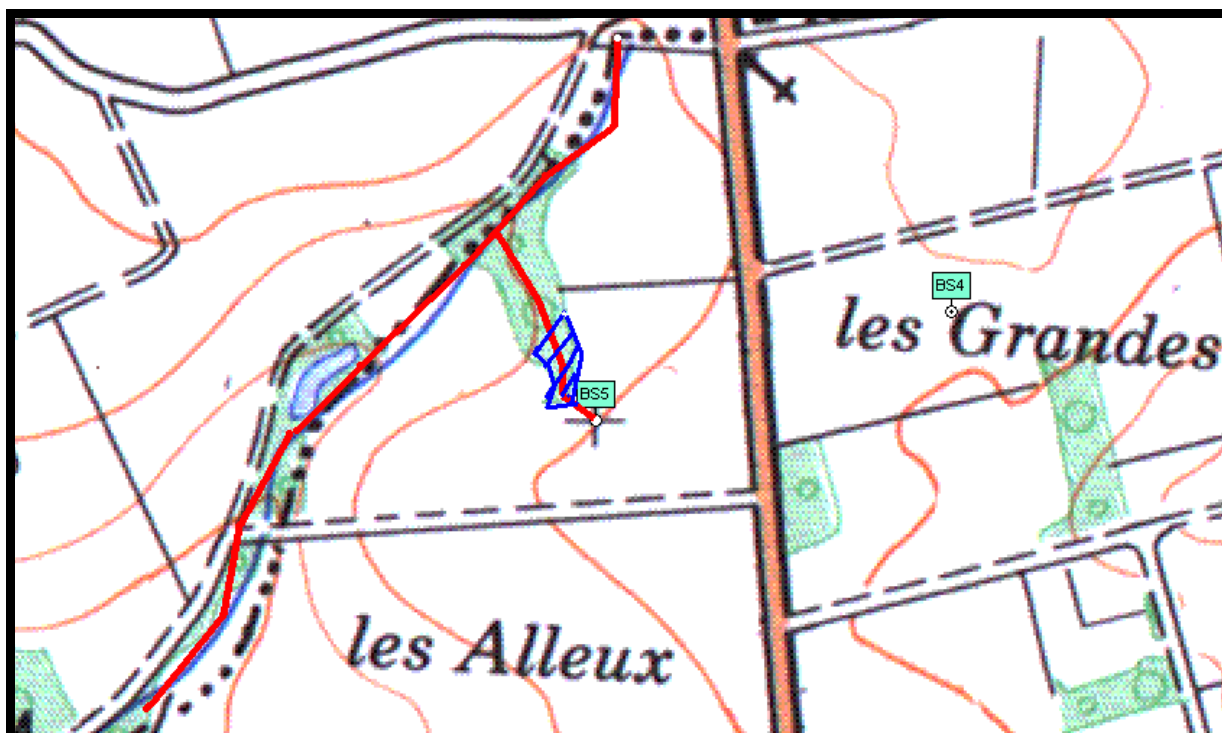
La Pipistrelle commune chasse et se déplace habituellement en suivant les éléments linéaires du paysage à faible hauteur, bien qu'elle puisse aussi se déplacer en volant plus haut puisque nous avons enregistré des contacts à hauteur des pales des éoliennes.

L'éolienne n° 5 est placée à faible distance d'un boqueteau (50 mètres) donc très près des sites où les chiroptères chassent. Il est conseillé de ne pas installer d'éolienne à moins de 100 mètres ou 150 mètres des lisières. La carte n°9 montre le trajet probablement utilisé par les chiroptères pour se déplacer.

La seule solution envisageable serait d'augmenter la distance entre les boisements et l'éolienne n°5, en déboisant sur quelques dizaines de mètres (voir carte n°10) les bois existants. Cela évitera aussi que des oreillards s'approchent et montent à hauteur des pales comme nous l'avons noté cette année.



Carte n° 9 : Déplacements des chiroptères près de l'éolienne n° 5.



Carte n° 10 : mesures d'éloignement des lisières
(les parties hachurées en bleu sont à déboiser).

6) Conclusion

Cette étude a démontrée que le parc éolien de Beausoleil ne cause qu'une faible mortalité chiroptologique puisque seulement 1 cadavre de chiroptère a été trouvé pendant la période comprise entre le 9 aout et le 17 octobre 2012.

La mortalité annuelle estimée est de 5 chiroptères pour l'ensemble du parc.

Les enregistrements en altitude ont permit de noter des passages de chauves-souris très localisés dans le temps (essentiellement en septembre), et concernent 4 espèces ou groupes d'espèces. Les enregistrements au sol n'ont eu que de faibles résultats : deux espèces (Pipistrelle commune et Noctule commune) et peu de contacts, limités aux haies.

Des mesures sont cependant proposées afin de réduire encore cette mortalité.

7) Bibliographie

- 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. Biotopé 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).
- 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.
- DORGÈRE 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./SFEPM (2009). Mortalité de chauves-souris par éoliennes en France. Etat des connaissances au 16/12/2009. Synthèse M.J. Dubourg-Savage M.J./SFEPM. <http://www.sfepm.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.

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. Direccion General de Medio Ambiente, Departamento de Medio Ambiente, Ordenacion 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.

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.