



SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ ET DE THERMIQUE

**A E R O D I S**

MUZILLAC ENERGIES  
Parc éolien de Muzillac  
56190 MUZILLAC



## PARC EOLIEN DE MUZILLAC (DEPARTEMENT DU MORBIHAN)



Suivi ornithologique  
et chiroptérologique  
post-installation

2011 et 2012



### RENNES

Parc d'activités d'Apigné  
1, rue des Cormiers - BP 95101  
35651 LE RHEU Cedex  
Tél. 02 99 14 55 70  
Fax 02 99 14 55 67  
rennes@ouestam.fr

### NANTES

Le Sillon de Bretagne  
8, avenue des Thébaudières  
44800 SAINT-HERBLAIN  
Tél. 02 40 94 92 40  
Fax 02 40 63 03 93  
nantes@ouestam.fr  
www.ouestam.fr

 **Ouest am**  
Développement et aménagement des territoires

## Table des Matières

---

<b>AVANT - PROPOS .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Résultats des investigations de terrain .....</b>	<b>7</b>
1.1 Espèces concernées .....	9
1.2 Evolution mensuelle de la mortalité .....	10
1.3 Résultats par machine .....	11
1.4 Causes de la mort des chauves-souris sous les éoliennes .....	19
1.5 Répartition des cadavres au sein des carrés de prospection .....	20
<b>2. Estimation du nombre de chauves-souris tuées par les 6 éoliennes en 2011 et 2012 .....</b>	<b>21</b>
<b>3. Investigations ultrasonores .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>26</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>28</b>



## AVANT - PROPOS

---

A la demande de la SNET - AERODIS, un suivi ornithologique et chiroptérologique du parc éolien en exploitation de MUZILLAC (6 éoliennes E1, E2, E3, E4 E5 et E6), situé au sud-est du bourg de MUZILLAC dans le département du Morbihan, a été confié en 2011 et 2012 au bureau OUEST AM' (agence de Saint Herblain). Il comprend deux parties :

- l'étude de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux due au fonctionnement des éoliennes d'une part,
- et, d'autre part, une approche acoustique et visuelle (en infrarouge) de la fréquentation des espaces aériens par les chauves-souris autour des 6 machines, cette composante du suivi étant évidemment envisagée hors période d'hibernation des chiroptères.

Le suivi hebdomadaire proprement dit a débuté le 05 mai 2011 et s'est achevé le 25 avril 2012.

La première mission a d'abord consisté à mettre en place, sous les 6 éoliennes, un quadrillage à l'aide de piquets colorés, implantés dans un carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne, soit un hectare par éolienne. Ce quadrillage ainsi matérialisé par les piquets permet une prospection rigoureuse (à raison d'une heure environ par semaine et par machine) et standardisée selon la méthode consacrée, dite « méthode Winkelmann »<sup>1</sup>, conçue pour les oiseaux mais parfaitement transposable aux chauves-souris.

Les différents coefficients correcteurs nécessaires à l'utilisation de cette méthode ont également été établis avant de débiter les premières recherches de terrain : coefficient de

---

<sup>1</sup> cf. J.E. Winkelmann 1989 et 1992 :

- WINKELMANN 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 (Pays-Bas).
- WINKELMANN J.E. – 1992a – De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1 : aanvaringsslachtoffers. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1 : collision victims. RIN-rapport92/2. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem (Pays-Bas)].
- WINKELMANN J.E. – 1992b – De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 2 : nachtelijke aanvaringskansen. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 2 : nocturnal collision risks. RIN-rapport92/3. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem (Pays-Bas)].
- WINKELMANN J.E. – 1992c – De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 4 : vestoring. [The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 4 : disturbance. RIN-rapport92/5. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Arnhem (Pays-Bas)].

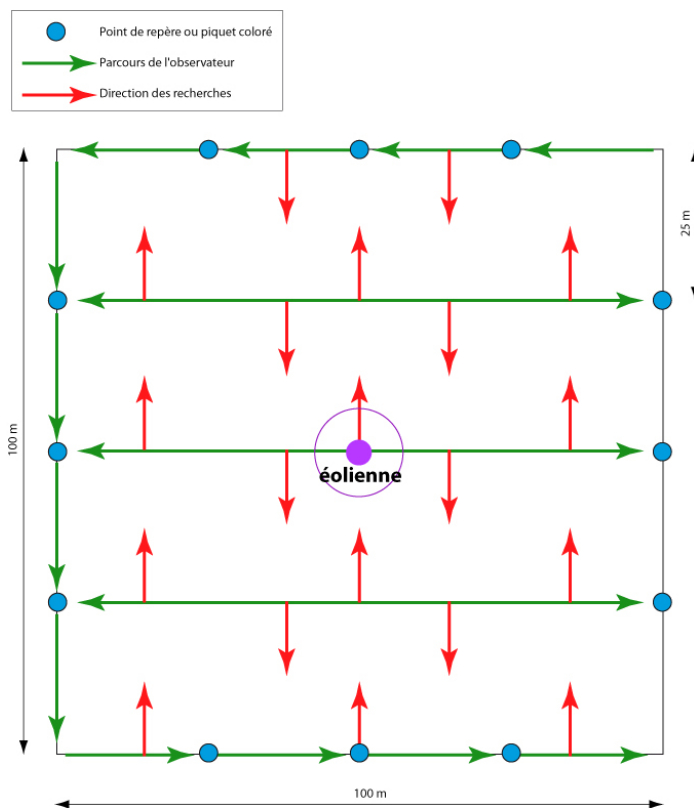


disparition des cadavres, et coefficient d'efficacité de recherche des deux observateurs, Willy MAILLARD et Didier MONTFORT (OUEST AM', Saint-Herblain). Ces coefficients correcteurs sont indispensables aux futurs calculs du nombre estimé de chauves-souris mortes sous les éoliennes en 2011<sup>2</sup>.

Une fois ce protocole de suivi bien calé, les recherches ont pu commencer, à raison d'une visite des carrés chaque semaine.

Dans le même temps, des suivis acoustiques ont été entrepris sous chacune des 6 éoliennes, à l'occasion de 4 sorties nocturnes en 2011 (24-25/05/2011, 22-23/06/2011, 13-14/07/2011, 31/08-01/09/2011)).

A chacune de ces sorties, le matériel utilisé se compose d'un détecteur D240X Pettersson Elektronik AB (en hétérodynage et expansion temporelle), d'un enregistreur de type Edirol et de jumelles de vision nocturne en IR.



Dans les pages ci-après, ont été utilisés différentes notions et termes spécifiques à la présente étude, dont les définitions sont les suivantes :

- la prospectabilité du carré de 100 mètres de côté autour de chaque éolienne se rapporte à la possibilité pour l'observateur d'inspecter ou non l'intégralité de la surface de ce carré. Ainsi, l'occupation du sol peut présenter par exemple un fourré impénétrable sur 10% de la surface du carré, qui reste ainsi non prospecté, alors que des cadavres de chauves-souris peuvent néanmoins s'y trouver ;



**Photo 1 :**  
Prospectabilité et détectabilité quasi maximales

<sup>2</sup> aucun cadavre trouvé en 2012...

- la détectabilité est liée aux difficultés plus ou moins grandes que rencontre l'observateur en fonction de l'état de la végétation sous l'éolienne, et de son évolution en cours d'étude. Un carré peut être ainsi occupé en partie par une culture de maïs, par exemple, dont les rangées sont pénétrables et donc prospectables, mais dont la hauteur et le recouvrement, de plus en plus conséquents au fur et à mesure de l'avancement de la saison, rendent difficiles, voire finalement quasi impossibles, les découvertes de cadavres. C'est aussi le cas des céréales à paille ou du ray-grass... Le carré est alors « prospectable » sans que la détectabilité des cadavres y soit pour autant complète ;



**Photo 2 : détectabilité réduite**

- le taux de disparition est lié à la présence de charognards (corvidés, mustélidés, renards, insectes nécrophores...). Pour l'établir, il faut récupérer, hors site d'étude, des cadavres de chauves-souris (par exemple, par collecte de cadavres sous d'autres éoliennes du département et conservation au congélateur) avant de les déposer dans les carrés de recherche sous les éoliennes. Le nombre de cadavres retrouvés au bout d'une semaine par rapport au nombre de cadavres initialement déposés sous les éoliennes correspond au taux de disparition.

Après consultation de la littérature disponible<sup>3</sup> et constats *in situ*, le taux de disparition moyen a été ici fixé à 0,8, c'est-à-dire que sur 10 cadavres, 2 disparaissent en une semaine ;

- l'efficacité de recherche, calculée en comparant le nombre de cadavres retrouvés à celui des cadavres préalablement déposés sous l'éolienne, est liée à la performance visuelle des observateurs. Dans le cadre de la présente étude, 2 observateurs se sont partagé les missions de recherches hebdomadaires : l'efficacité de recherche a été de 0,9 pour l'un (9 cadavres retrouvés pour 10 déposés) et de 0,6 pour l'autre (6 cadavres retrouvés pour 10 déposés), soit une efficacité moyenne de 0,75.

---

<sup>3</sup> BRINKMAMN R., SCHAUER-WEISSHAHN H. & BONTADINA F. – 2006 – *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Regierungspräsidium Freiburg – Referat 56, Naturschutz und Landschaftspflege gefördert durch Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg*, 66 pages. (traduction Marie-Jo Dubourg-Savage)

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 pages.



**Eolienne n° 1**



**Eolienne n° 2**



**Eolienne n° 3**



**Eolienne n° 4**



**Eolienne n° 5**



**Eolienne n° 6**



## 1. RESULTATS DES INVESTIGATIONS DE TERRAIN

---

Seulement 13 cadavres de chauves-souris ont été découverts sous les 6 éoliennes du parc du Muzillac entre le 05 mai 2011 et le 25 avril 2012 à raison d'une sortie hebdomadaire et d'une heure de recherche par machine à chaque sortie, soit 52 journées de recherche.

Aucun cadavre d'oiseau n'a été trouvé lors de toutes ces sorties hebdomadaires. Seule une tête d'Epervier d'Europe (juvénile) a été découverte sous la machine n° 4, le 11 mai 2011 à 20 m du mât, mais sans que l'on puisse attribuer cette observation à l'éolienne, le reste du corps ou du plumage de ce rapace étant absent.





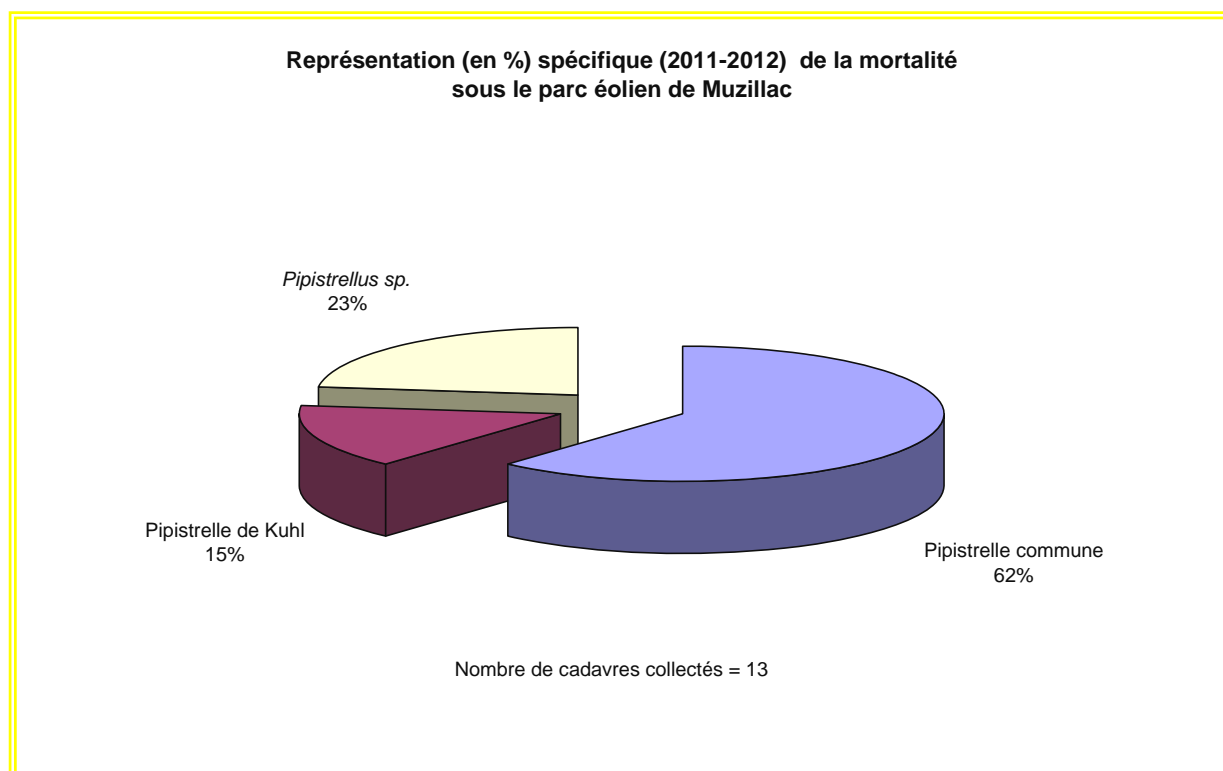
	Date	Espèce	Sexe	Etat du cadavre	N° éolienne	Distance du mât (en m)	Orientation
1	5-mai-11	Pipistrelle commune	m	avancé	E5	2	W
2	11-mai-11	Pipistrelle de Kuhl	m	avancé	E6	23	NE
3	19-mai-11	Pipistrelle commune	ind	sec	E6	13	N
4	29-juin-11	Pipistrelle commune	m	frais	E2	0	S
5	2-août-11	Pipistrelle sp.	m	sec	E4	0	N
6	2-août-11	Pipistrelle commune	ind	en décomposition	E5	3	N
7	2-août-11	Pipistrelle commune	ind	sec	E5	5	N
8	2-août-11	Pipistrelle commune	ind	frais	E5	0	S
9	31-août-11	Pipistrelle commune	fem	frais	E1	38	S
10	14-oct.-11	Pipistrelle de Kuhl	fem	frais	E1	11	S
11	14-oct.-11	Pipistrelle commune	m	décomposé	E1	19	S
12	14-oct.-11	Pipistrelle sp.	ind	décomposé	E1	6	N
13	14-oct.-11	Pipistrelle sp.	ind	sec	E6	21	W

m = mâle  
 fem = femelle  
 ind = indéterminé

## 1.1 Espèces concernées

Seules des Pipistrelles ont été trouvées mortes sous les éoliennes de MUZILLAC en 2011, et, en particulier, la Pipistelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) qui, à elle seule, représente 62% des cadavres découverts.

Le groupe des Pipistrelles<sup>4</sup>, incluant ici *Pipistrellus sp.*, *P. pipistrellus* et *P. kuhlii*, représente 100% de la mortalité constatée en 2011-2012 sous les 6 éoliennes de Muzillac.



---

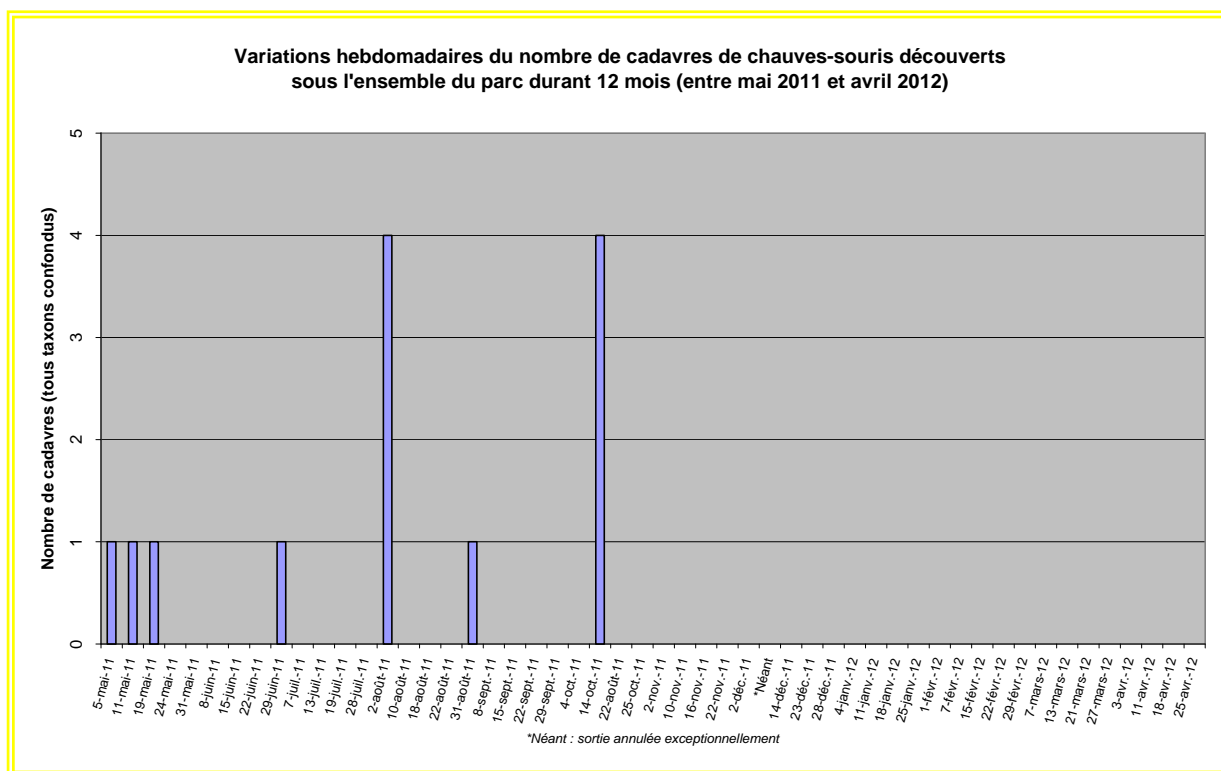
<sup>4</sup> En ce qui concerne la répartition nationale de ces espèces, voir « Cartes de distribution des chauves-souris » in « Arthur L., Lemaire M., 2009 – *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotopie éd. – MNHN, Paris, 544 pages ».

## 1.2 Evolution mensuelle de la mortalité

La totalité des cadavres a été trouvée entre le début mai et la mi-octobre 2011, avec un maximum de 4 cadavres le 02 août 2011 et le 14 octobre 2011.

**Pourcentages mensuels des cadavres trouvés  
sous les éoliennes en 2011 et 2012**

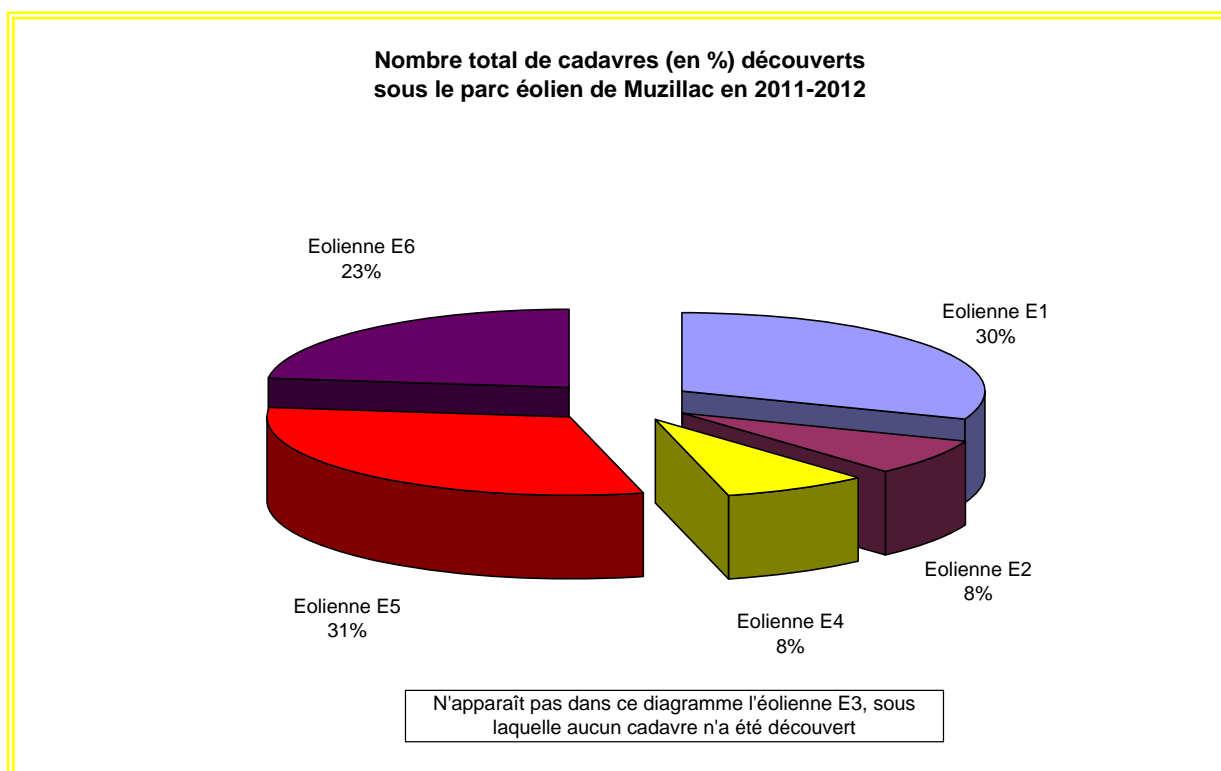
2011							2012			
mai-11	juin-11	juil-11	août-11	sept-11	oct-11	déc-11	janv-12	févr-12	mars-12	avr-12
23,0%	7,7%	/	38,5%	/	30,8%	/	/	/	/	/





### 1.3 Résultats par machine

A MUZILLAC, le niveau de mortalité des chauves-souris le plus élevé a été noté sous les éoliennes E1 et E5.



Il faut toutefois avoir à l'esprit que selon les différentes composantes de l'occupation du sol sous les éoliennes, et selon son évolution saisonnière et agricole, la prospectabilité et la détectabilité ont plus ou moins varié au cours des recherches, comme le montrent les tableaux ci-après.

MUZILLAC 2011-2012						
DATE DE SUIVI	E1		E2		E3	
	SURFACE PROSPECTABLE EN %	DETECTABILITE DE LA SURFACE PROSPECTABLE EN %	SURFACE PROSPECTABLE EN %	DETECTABILITE DE LA SURFACE PROSPECTABLE EN %	SURFACE PROSPECTABLE EN %	DETECTABILITE DE LA SURFACE PROSPECTABLE EN %
5-mai-11	100	50	80	100	100	80
11-mai-11						
19-mai-11						
24-mai-11						
31-mai-11						
8-juin-11						
15-juin-11						
22-juin-11						
29-juin-11						
7-juil.-11						
13-juil.-11		45		20		35
19-juil.-11						
28-juil.-11						
2-août-11		100		100		45
10-août-11						
18-août-11		80		20		60
22-août-11						
31-août-11		100		70		45
8-sept.-11				15		40
15-sept.-11				70		
22-sept.-11						
29-sept.-11				70		
4-oct.-11		100		100		100
13-oct.-11						
22-oct.-11						
24-oct.-11						
2-nov.-11						
10-nov.-11						
16-nov.-11						
22-nov.-11						
2-déc.-11						
14-déc.-11						
23-déc.-11						
28-déc.-11						
4-janv.-12	80	70	65			
11-janv.-12						
18-janv.-12						
25-janv.-12						
1-févr.-12						
7-févr.-12	70	70	90			
15-févr.-12						
22-févr.-12						
28-févr.-12						
7-mars-12						
13-mars-12	80	65				
21-mars-12						
27-mars-12	50					
3-avr.-12	20	70	100			
11-avr.-12						
18-avr.-12						
25-avr.-12						

MUZILLAC 2011-2012						
DATE DE SUIVI	E4		E5		E6	
	SURFACE PROSPECTABLE EN %	DETECTABILITE DE LA SURFACE PROSPECTABLE EN %	SURFACE PROSPECTABLE EN %	DETECTABILITE DE LA SURFACE PROSPECTABLE EN %	SURFACE PROSPECTABLE EN %	DETECTABILITE DE LA SURFACE PROSPECTABLE EN %
5-mai-11	100	80	90	100	100	50
11-mai-11						
19-mai-11						
24-mai-11						
31-mai-11		100				100
8-juin-11						
15-juin-11						
22-juin-11						
29-juin-11		20		30		
7-juil.-11						
13-juil.-11						
19-juil.-11						
28-juil.-11						
2-août-11						
10-août-11						
18-août-11						
22-août-11						
31-août-11		30				
8-sept.-11						
15-sept.-11						80
22-sept.-11						
29-sept.-11		100				
4-oct.-11						
13-oct.-11						
22-oct.-11						
24-oct.-11						
2-nov.-11						
10-nov.-11						
16-nov.-11						
22-nov.-11						
2-déc.-11						
14-déc.-11						
23-déc.-11						
28-déc.-11						
4-janv.-12						
11-janv.-12						
18-janv.-12						
25-janv.-12						
1-févr.-12						
7-févr.-12						
15-févr.-12						
22-févr.-12						
28-févr.-12						
7-mars-12	80	70				
13-mars-12		30				
21-mars-12						
27-mars-12						
3-avr.-12	30	15				
11-avr.-12						
18-avr.-12						
25-avr.-12						
	30					



De manière générale, les mois durant lesquels la mortalité a été notée la plus forte sont ceux de mai, août et octobre 2011, avec, cependant, des variations d'une éolienne à l'autre, l'éolienne E3 n'ayant même jamais généré la découverte d'un seul cadavre de toute la durée de l'étude !

Mais, là encore, à l'instar de la pondération qu'impose la prise en considération des disparités saisonnières de prospectabilité et de détectabilité, il faut ici rappeler les arrêts qu'ont connus les éoliennes pendant la durée du suivi 2011-2012, arrêts durant lesquels le danger pour les chauves-souris et les oiseaux est évidemment très atténué.

Sur le tableau ci-après, ont été surlignés en rouge les arrêts de durée significative, c'est-à-dire supérieure à 4 heures.

		E1		E2		E3		E4		E5		E6	
		Arrêt de nuit	Arrêt de jour	Arrêt de nuit	Arrêt de jour	Arrêt de nuit	Arrêt de jour	Arrêt de nuit	Arrêt de jour	Arrêt de nuit	Arrêt de jour	Arrêt de nuit	Arrêt de jour
Aucune mortalité	6-juil.-11											07:00	07:15
	7-juil.-11	0:45		01:00			06:45					06:00	02:30
	8-juil.-11												
	9-juil.-11												
	10-juil.-11												
	11-juil.-11												
	12-juil.-11												
	13-juil.-11												
	14-juil.-11												
	15-juil.-11							01:30		01:15		01:00	05:45
4 cadavres	16-juil.-11											07:00	07:15
	17-juil.-11				00:30							07:00	07:15
	18-juil.-11		1:30		02:15		01:00				00:30	07:00	07:15
	19-juil.-11			00:30	00:45			02:30		00:30		03:30	04:15
	28-juil.-11	3:00	1:00	01:00	03:30		06:00	02:30	03:30	01:30	04:00	01:45	08:00
	29-juil.-11	1:45	2:30		05:30		04:15	01:30	03:30	00:30	02:30	00:30	08:45
	30-juil.-11	2:45	2:30	04:00	07:00		08:00	00:45	04:45	01:00	05:15	05:00	09:05
	31-juil.-11	5:30	3:15	08:30		03:15	02:00	05:00	07:45	02:00	05:30	08:45	09:15
	1-août-11	6:00	5:00	06:00	07:30	06:00	10:30	03:00	13:00	03:45	12:30	06:30	17:00
	2-août-11	1:00	9:45	00:30	12:15	01:00	08:15	04:00	01:45	01:00	06:45	01:00	08:30
1 cadavre	3-août-11	2:45		03:30		01:00	03:00	07:00	06:45	02:15	01:45	07:00	09:00
	4-août-11		0:30				00:30		02:30		00:30	07:00	07:00
	5-août-11	0:30	6:30		04:45		04:30	00:30	05:45	01:00	03:45	06:00	01:00
	6-août-11	5:15	3:45	05:00	05:15	02:30	08:30	02:15	09:15	01:30	09:15	06:30	14:30
	7-août-11	1:00	4:15									07:00	07:00
	8-août-11	2:30										07:00	07:00
	9-août-11		1:00	00:45	00:30								06:15
	10-août-11	4:45	1:00	04:45	06:00	01:45	05:15		07:15	01:15	05:30	04:30	11:00
	22-août-11	1:00	7:00	07:00	08:15	01:00	03:15	01:00		01:00		01:00	
	23-août-11	3:15	1:00	07:00	02:30	06:00	00:45	03:30	08:15	05:00		06:15	13:15
1 cadavre	24-août-11	4:15		05:30		06:00	02:00	07:00	17:00	00:45	05:00	07:00	09:45
	25-août-11	2:00	13:45	01:00	12:30	01:00	08:45	07:00	16:30	01:00	08:30	07:00	10:45
	26-août-11	1:15	1:45	03:00	02:45	04:45	04:30	06:00	05:45	05:45	04:45	06:00	05:45
	27-août-11	1:00	5:45	01:30	01:00			01:45	00:30			03:15	07:15
	28-août-11	5:30	0:30	05:00	02:45	02:45	05:00	03:00	09:15	02:30	09:00	04:30	10:45
	29-août-11	6:00	3:30	05:30	05:45	03:00	06:45	01:00	08:30		09:30		12:15
	30-août-11		4:00		06:30		04:00		05:00		03:15		03:00
	31-août-11												
	1-sept.-11	6:00	13:00	03:30	13:45	03:00	12:30	03:00	09:15	03:00	08:15	03:00	08:45
	2-sept.-11	9:45	6:00	10:00	06:45	09:30	07:30	06:30	02:00	07:00	08:15	06:15	10:30
1 cadavre	3-sept.-11	7:00		07:00	01:15	06:45	04:00	03:30	09:45	06:00	07:00	06:00	06:45
	4-sept.-11	1:45	3:00		05:00		08:00				01:00		
	5-sept.-11	1:45	3:15		05:00		06:00		01:00		06:00		06:30
	6-sept.-11												
	7-sept.-11												
	8-sept.-11	3:00	3:00	03:00	00:30				04:15		06:00		06:30

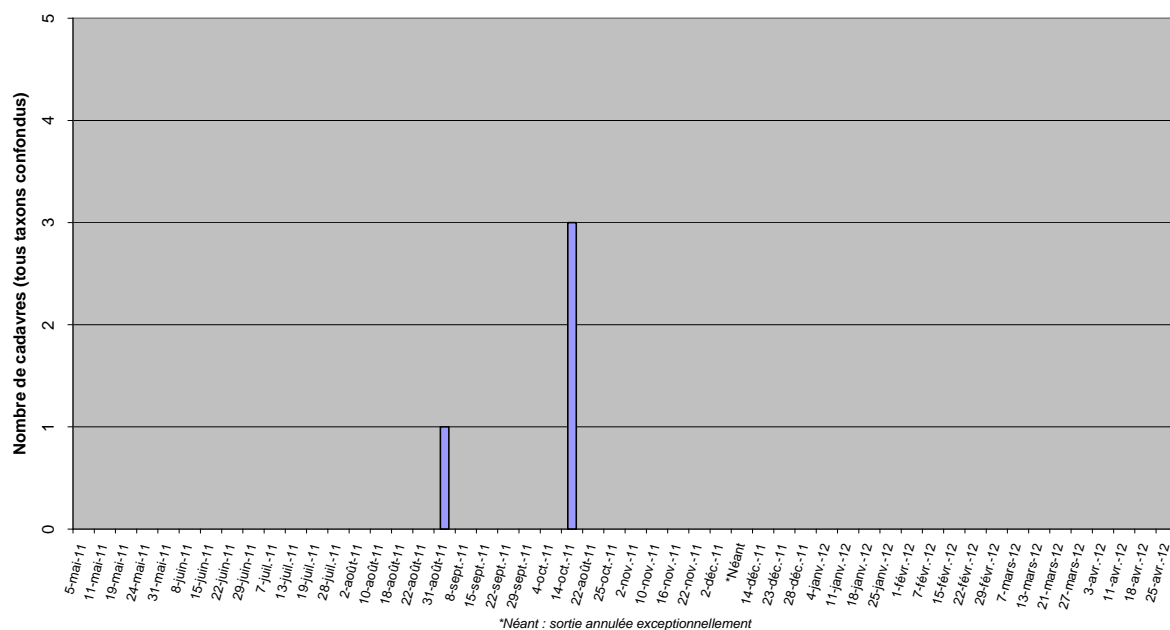


=> Aucune donnée à cette date

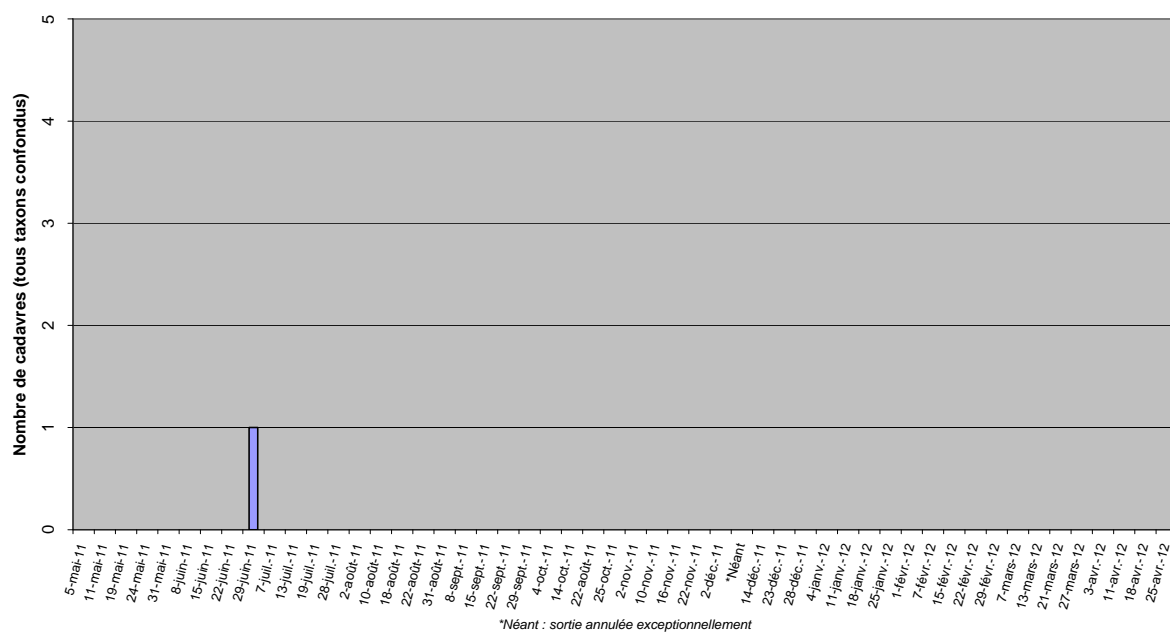


=> Données incomplètes à cette date

**Variations hebdomadaires du nombre de cadavres de chauves-souris découverts  
sous l'éolienne E1 durant 12 mois (entre mai 2011 et avril 2012)**



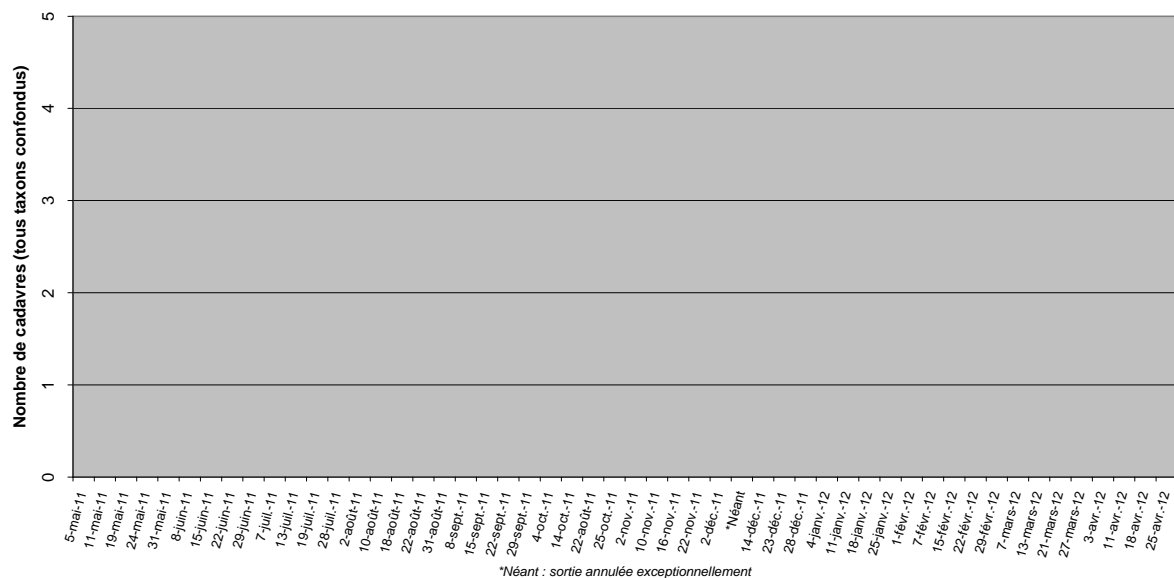
**Variations hebdomadaires du nombre de cadavres de chauves-souris découverts  
sous l'éolienne E2 durant 12 mois (entre mai 2011 et avril 2012)**



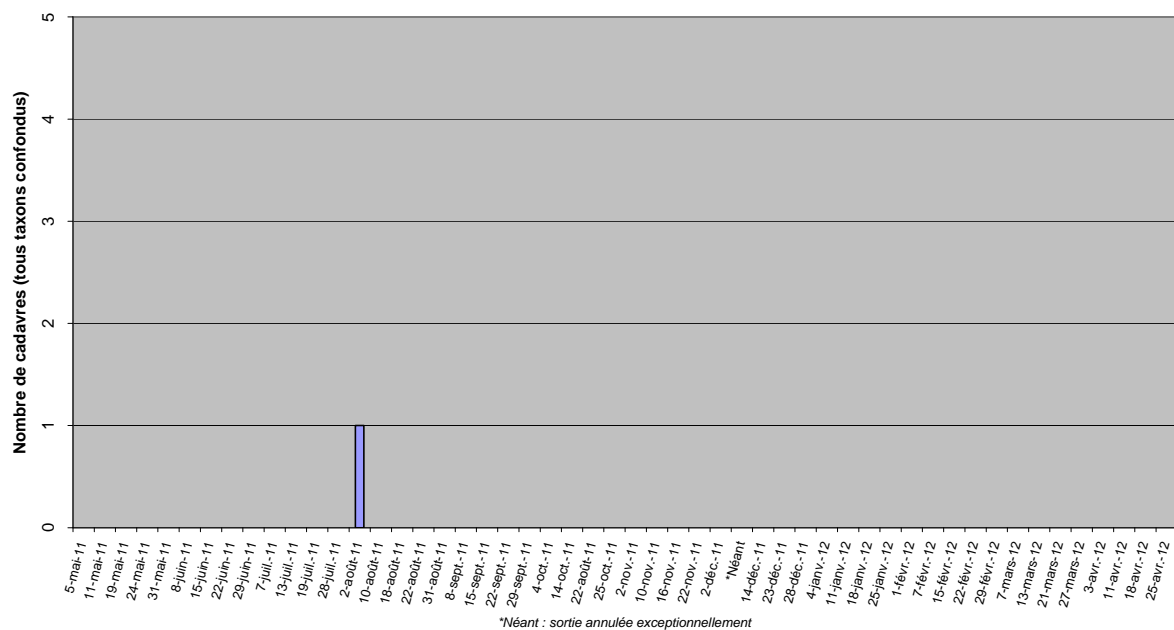


**Variations hebdomadaires du nombre de cadavres de chauves-souris découverts  
sous l'éolienne E3 durant 12 mois (entre mai 2011 et avril 2012)**

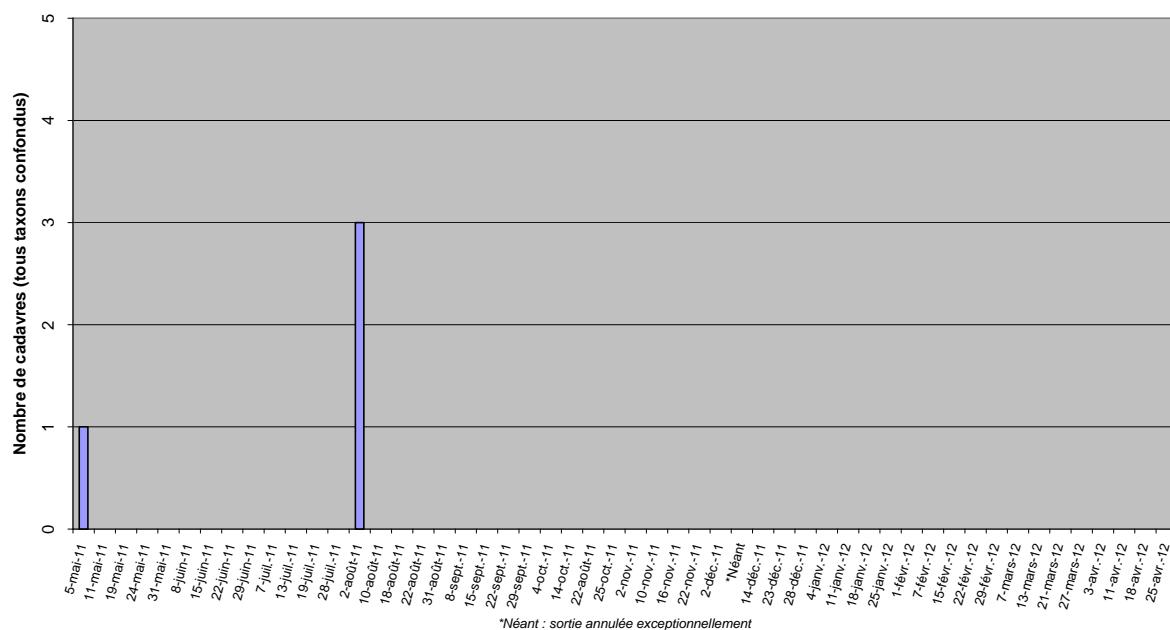
**Eolienne E3 : aucun cadavre découvert durant toute la durée de l'étude**



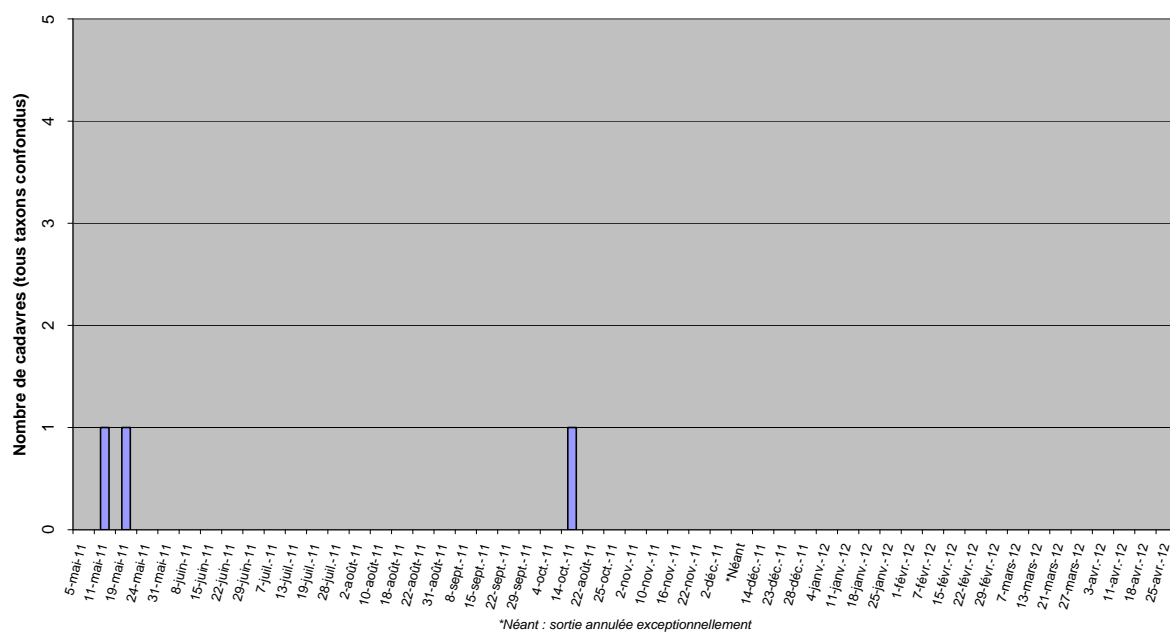
**Variations hebdomadaires du nombre de cadavres de chauves-souris découverts  
sous l'éolienne E4 durant 12 mois (entre mai 2011 et avril 2012)**



**Variations hebdomadaires du nombre de cadavres de chauves-souris découverts  
sous l'éolienne E5 durant 12 mois (entre mai 2011 et avril 2012)**



**Variations hebdomadaires du nombre de cadavres de chauves-souris découverts  
sous l'éolienne E6 durant 12 mois (entre mai 2011 et avril 2012)**



## 1.4 Causes de la mort des chauves-souris sous les éoliennes

Il est difficile, et même parfois impossible, d'être catégorique au sujet des raisons qui ont provoqué la mort des chauves-souris observées sous les éoliennes de MUZILLAC. En effet l'état de putréfaction ou de dessiccation de certains cadavres était tel qu'à défaut d'autopsie vétérinaire approfondie, la cause de la mort ne pouvait être clairement identifiée, alors qu'il n'empêchait pas forcément la diagnose ostéo-dentaire ou même le sexage des individus collectés.

Toutefois, de manière générale, l'examen des 13 cadavres a montré ici, sans trop d'équivoque, que les chauves-souris sont mortes simplement par collision avec les éoliennes : fractures osseuses, traumatismes crâniens, lésions vasculaires et saignements, hémorragies sous-cutanées, etc.

On ne peut toutefois exclure les barotraumatismes, souvent cités, mais qu'il a été ici impossible de mettre en évidence<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> ...à ce sujet, on se reportera au récent article du National Wind Coordinating Collaborative : "Wind Turbine Interactions with Birds, Bats, and their Habitats : a Summary of Research Results and Priority Questions", Spring 2010, [www.nationalwind.org](http://www.nationalwind.org), page 7 :

*"While direct collision is thought to be responsible for most of the bat fatalities observed at wind facilities (Horn et al. 2008), recent work by Baerwald et al. (2008) suggests that some of the observed bat fatality may be due to barotrauma (i.e., injury resulting from suddenly altered air pressure). Fast-moving wind turbine blades create vortices and turbulence in their wakes, and bats may experience rapid pressure changes as they pass through this disturbed air, potentially causing internal injuries leading to death. The occurrence of barotrauma in bats, the proportion of individuals that succumb immediately versus those that fly away injured, and the associated influences on the estimation of bat fatalities are uncertain."*

Voir aussi "Behavioral Responses of Bats the Operating Wind Turbines", J.W. Horn et al, Journal of Wildlife Management, 72 (1) : 123-132, 2008.

## 1.5 Répartition des cadavres au sein des carrés de prospection

La distance par rapport au mât des éoliennes et l'orientation de tous les cadavres observés ont été systématiquement notées (voir page 8).

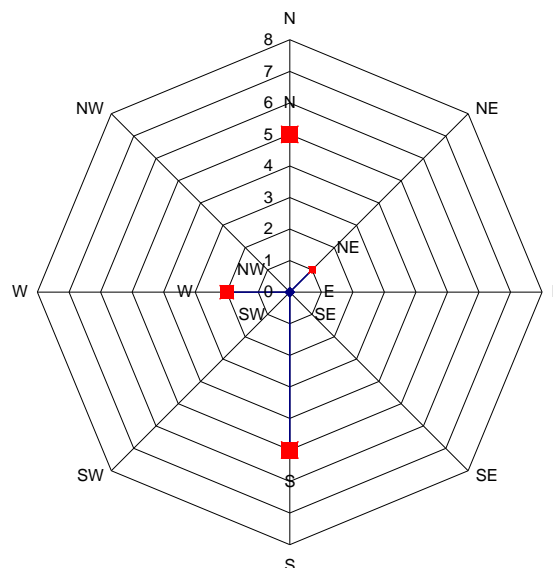
Les 13 cadavres ont été collectés à une distance inférieure à 40 m du mât. 3 d'entre eux ont été trouvés au pied même du mât.



Preuve est ainsi faite que le carré de 100 x 100 m adopté comme surface de prospection sous les machines est approprié à ce type de suivi.

En revanche, la localisation des cadavres en fonction des points cardinaux est difficilement interprétable et n'a probablement que très peu d'intérêt, tant les turbulences générées par les pales en mouvement sont considérables et rendent aléatoires la trajectoire de chute des animaux percutés, de surcroît tous très légers (6 à 12 grammes chez les Pipistrelles)...

**Localisation et nombre de cadavres découverts sous le parc éolien de Muzillac entre mai 2011 et avril 2012**



## 2. ESTIMATION DU NOMBRE DE CHAUVES-SOURIS TUÉES PAR LES 6 ÉOLIENNES EN 2011 ET 2012

---

La formule retenue pour l'estimation du nombre de chauves-souris tuées par les éoliennes est celle proposée par J.E. WINKELMANN (1989 et 1992) pour les oiseaux et adaptée aux chiroptères.

Si la méthode WINKELMANN présente plusieurs inconvénients<sup>6</sup>, elle offre toutefois l'avantage, dans le cadre de la présente étude, d'autoriser des comparaisons géographiquement intéressantes, puisque c'est également la méthode WINKELMANN qui a été utilisée<sup>7</sup> lors des 5 années de suivi<sup>8</sup> du parc éolien de Bouin, en Vendée ou lors du suivi 2010-2011-2012 des parcs de la Marne et de la Limouzinière en Loire-Atlantique<sup>9</sup>

Le nombre estimé (N) de chauves-souris tuées par les éoliennes est calculé d'après la formule suivante :

$$N = (Na - Nb) / P * Z * O * D$$

où	-	<i><b>Na</b></i>	<i>est le nombre total de cadavres découverts lors du suivi,</i>
	-	<i><b>Nb</b></i>	<i>le nombre de chauves-souris dont la mort n'est pas imputable aux éoliennes,</i>
	-	<i><b>P</b></i>	<i>le taux de disparition (voir page 5),</i>
	-	<i><b>Z</b></i>	<i>l'efficacité de recherche (voir page 5),</i>
	-	<i><b>O</b></i>	<i>le nombre d'éoliennes suivies ou la surface prospectée,</i>
et	-	<i><b>D</b></i>	<i>le nombre de jours de recherche, fonction de P.</i>

---

<sup>6</sup> voir à ce sujet (pages 27 et suivantes) le rapport intitulé « Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes », LPO Drôme, novembre 2010.

<sup>7</sup> ... conformément aux « Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. EUROBATS Publication Series No. 3 (version française). PNUE / EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 55 pp, 2008. »

<sup>8</sup> cf. 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 pages.

<sup>9</sup> cf. Ouest Am' – 2012 – *Parcs éoliens de la Marne et de la Limouzinière (Vival Energies et La Limouzinière Energies) : suivis chiroptérologiques post-installation.* Ouest Am' – Valorem, 2012.



Les résultats obtenus à MUZILLAC sont les suivants.

Mois de suivi	MUZILLAC						N	Nbre de chauves-souris tuées	
	Na	Nb	P	Z	D	O		au mois par éolienne	à l'année par éolienne
mai-11	3	0	0,8	0,75	5	6	0,167	0,693	
juin-11	1	0	0,8	0,75	4	6	0,069	0,260	
juil-11	0	0	0,8	0,75	4	6	-	-	
août-11	5	0	0,8	0,75	5	6	0,278	1,169	
sept-11	0	0	0,8	0,75	4	6	-	-	
oct-11	4	0	0,8	0,75	4	6	0,278	1,169	
nov-11	0	0			4	6	-	-	
déc-11	0	0	0,8	0,75	4	6	-	-	
janv-12	0	0	0,8	0,75	4	6	-	-	
févr-12	0	0	0,8	0,75	5	6	-	-	
mars-12	0	0	0,8	0,75	4	6	-	-	
avr-12	0	0	0,8	0,75	4	6	-	-	9,87

En extrapolant à l'année<sup>10</sup> et ce afin de comparer les résultats de la présente étude à ceux obtenus à Bouin en 2004, 2005 et 2006 et à La Marne et La Limouzinière en 2010 et 2011 (cf. *supra*), on peut considérer qu'en moyenne, 9,87 chauves-souris ont été tuées par éolienne sur un an, entre mai 2011 et avril 2012 à MUZILLAC.

Rappelons qu'à Bouin, le bilan de l'évaluation de l'impact du parc éolien sur les chiroptères avait montré que sur les 3 années complètes de suivi, 6,0 à 26,7 chauves souris étaient tuées par éolienne et par an, tandis qu'à la Marne et à la Limouzinière, on atteint respectivement les chiffres de 8,3 à 51,1 et de 23,9 à 54,1 en 2010-2011.

<sup>10</sup> ... extrapolation en partie contestable dans la mesure où, en Pays de la Loire, la plupart des chauves-souris n'occupent pas les espaces aériens pendant 52 semaines, mais de manière régulière et générale, plutôt sur 30 à 35 semaines.

### Comparaison des mortalités évaluées sur différents parcs éoliens en France :

PARC EOLIEN	ANNEE	MODALITES PROTOCOLAIRES					NOMBRE CADAUVRES	WINKELMANN
		Nbre éol.	SUIVI <i>en mois</i>	<i>en semaine</i>	Intervalle visite (jours)	Nbre visite		
Bouin	2004	8	12		7		25	20,3 - 21,6
Bouin	2005	8	12		7		21	21,5 - 26,7
Bouin	2006	8	12		7		16	6 - 9,3
Mas de Leuze	2008	3	3,5				9	19,4
Mas de Leuze	2009	9	9				103	
Castelnau-Pegayrols (5 éoliennes intensément + 8 sommairement)	2009	5	6			35	98	
Lou Paou	2009			6		19	20	
Roquetaille	2010		4,5				30	
Le Pouzin	2010	2	6,5			48	6	6,79
La Répara	2010	2	6,5			71	42	130,49
La Marne	2010	5	4		7		48	51,1
La Marne	2011	5	7		7		15	8,3
La Limouzinière	2010	3	4		7		28	54,1
La Limouzinière	2011	3	7		7		25	23,9
Muzillac	2011-2012	6	12		7	52	13	9,87

### 3. INVESTIGATIONS ULTRASONORES

---

Conformément au protocole retenu, des suivis acoustiques ont été réalisés durant la même période que celle consacrée à la recherche des cadavres à l'occasion de 4 soirées en 2011. A chacune de ces sorties nocturnes, les investigations ultrasonores sous les 6 éoliennes ont été effectuées à l'aide d'un détecteur D240X Pettersson Elektronik AB, d'un enregistreur de type Edirol et de jumelles de vision infrarouge. Elles sont répétées deux fois par nuit jusqu'à 2 à 3 heures du matin environ, par rotations successives en automobile d'une éolienne à l'autre, soit 2 fois 10 à 15 minutes par éolienne et par nuit.

En 2011, seuls 4 taxons ont été contactés en détection par hétérodynage et expansion temporelle au niveau de l'espace aérien du carré de 100 mètres de côté autour de chacune des éoliennes. Hormis d'anecdotiques signaux attribués à des petits *Myotis* (battement 0 sur 35-55 KHz, rythme très rapide et irrégulier, signaux modulés sur une très large bande de fréquence, durée très courte (2 à 12 ms), maximum d'amplitude en 2<sup>ème</sup> partie du signal : *Myotis daubentonii* ? ?), l'essentiel des contacts ultrasonores, peu nombreux, se rapportent aux Pipistrelles, avec, toutefois, à plusieurs reprises, l'impossibilité de discriminer *P. kuhlii* et *P. nathusii*, faute de cris sociaux et en raison de la brièveté et de la fugacité des contacts enregistrés (cris d'écholocation en recouvrement complet, alors désignés « P K N »).

# MUZILLAC : 6 éoliennes

**Nombre de contacts (signaux acoustiques ultrasonores et cris sociaux)  
enregistrés à l'occasion de chacun des passages par nuit d'écoute**

<i>Msp</i> = <i>Myotis</i> sp. <i>PP</i> = <i>Pipistrelle commune</i> <i>PK</i> = <i>Pipistrelle de Kuhl</i> <i>PKN</i> = <i>Pipistrelle "Kuhl-Nathusius"</i>		Soirée du 24-25 mai 2011		Soirée du 22-23 juin 2011		Soirée du 13-14 juillet 2011		Soirée du 31 août-01 septembre 2011	
		nuit calme, douce, étoilée		nuit ventée, douce, nuageuse		nuit calme, fraîche, nuageuse		nuit plus ou moins ventée, fraîche, nuageuse	
		1er passage	2ème passage	1er passage	2ème passage	1er passage	2ème passage	1er passage	2ème passage
Eolienne n° 1	Msp								
	PP			2			4	1	
	PK	2		3					
	PKN				1				
Eolienne n° 2	Msp		2						
	PP						2		
	PK								
	PKN								1
Eolienne n° 3	Msp								
	PP								
	PK					2			
	PKN								
Eolienne n° 4	Msp								
	PP				3		2		
	PK								2
	PKN								
Eolienne n° 5	Msp								
	PP	4	5	2				3	
	PK								
	PKN						2		
Eolienne n° 6	Msp			2					
	PP	3				4	3		
	PK						2		
	PKN					1			

## 4. CONCLUSION

---

Les principales conclusions qui peuvent être retirées du suivi faunistique effectué sous le parc éolien de Muzillac en 2011 et 2012 sont les suivantes :

- aucun cadavre d'oiseau dont la mort pourrait être imputée aux éoliennes, n'a été découvert durant les 12 mois de la durée de l'étude ;
- la mortalité mensuelle des chauves-souris par collisions avec les machines est en revanche avérée, mais elle est irrégulière, globalement dérisoire et inégalement répartie au niveau de l'ensemble du parc, 84% des cadavres découverts étant attribués à seulement 3 des 6 éoliennes ;
- les espèces concernées appartiennent toutes au genre *Pipistrellus*, et plus de 60% des cadavres à l'espèce *P. pipistrellus*, largement répartie et très commune en Bretagne, en France et en Europe ;
- durant la période de suivi, les mois les plus « mortifères » ont été ceux d'août et d'octobre ;
- bien qu'il faille nuancer les résultats obtenus en tenant compte, dans un sens comme dans l'autre, positif et négatif, des disparités du suivi liées aux variations de détectabilité et aux arrêts provisoires, diurnes et nocturnes, des machines, il apparaît sans conteste que le parc éolien de Muzillac ne génère qu'une mortalité chiroptérologique annuelle extrêmement faible, confortant et validant ainsi les données des études préliminaires de 2003<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> cf. « Expertise chiroptérologique : projet éolien de Muzillac (56), Ouest Am' – Valorem, 2003. En particulier, on se reportera aux conclusions de ce rapport qui indiquaient notamment que :

*« les résultats ne font apparaître qu'un faible intérêt chiroptérologique de l'espace aérien de l'aire d'étude durant l'été 2003 : seulement 3 espèces communes (*Pipistrellus pipistrellus*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus kuhlii*) ont été identifiées avec certitude tandis que des contacts ultrasonores indéterminés ont été notés avec *Myotis* sp. (contacts furtifs) et *Plecotus* sp. (détermination spécifique difficile pour des raisons d'ordre essentiellement technologique : discrimination impossible au aléatoire au D240X).*

*En outre, l'espace aérien ne semble véritablement utilisé comme zone de chasse que par *Pipistrellus pipistrellus* et *Plecotus* sp. tandis qu'*Eptesicus serotinus* et *Pipistrellus kuhlii* ne le traversent qu'en début de nuit (zonage de simple transit)...*

*En limitant au mieux le nombre de machines, en les écartant au maximum les unes des autres et en prévoyant une hauteur supérieure à 30 m entre l'extrémité des pales et le sol, on peut estimer que les parades adaptatives des mammifères évolués que sont les chauves-souris leur permettront d'éviter des collisions fatales avec les futures éoliennes.*

*Actuellement, ce sont d'abord l'artificialisation agricole des paysages (déboisement, monocultures intensives, traitements pesticides) et la circulation automobile qui constituent deux des principales causes du déclin des chiroptères d'Europe occidentale... » (Ouest Am', juin, juillet, août et septembre 2003).*



Toutefois, il faut noter que la mise en service des 6 éoliennes remonte à la fin 2008<sup>12</sup> et qu'entre les résultats du suivi présentés dans le présent rapport et le démarrage du parc, 3 années se sont donc écoulées : il se peut que les impacts faunistiques se soient progressivement atténués, les oiseaux et les chauves-souris s'adaptant localement, saison après saison, aux dangers que représentent les 18 pales en mouvement ;

- même sommaire, l'étude acoustique, menée en 2011, en complément de la recherche hebdomadaire des cadavres sous les machines, a corroboré de manière assez claire les résultats de cette dernière, et ce malgré les limites technologiques du matériel utilisé.

En conséquence, nous considérons que le parc éolien de Muzillac ne présente aujourd'hui que très peu d'impacts faunistiques et que dans ces conditions, son fonctionnement actuel peut perdurer, avec toutefois, une attention particulière à envisager au sujet des mois de mai, juin, juillet, août et octobre, et des éoliennes E1, E5 et E6.

---

<sup>12</sup> Phase de test : 15/09/2008  
Production : 29/12/2008

- Caractéristiques techniques des 6 éoliennes
- Mortalité connue en Europe et en France / Eurobats - SFEPM

## Caractéristiques techniques : quelques chiffres

Le parc de Muzillac est composé de 6 éoliennes Alstom Ecotecnia avec des mâts d'une hauteur de 70 mètres et des pales de 37,3 m de longueur (diamètre du rotor : 80 m, hauteur totale en bout de pale : 110 m).

Coordonnées GPS des installations Aerogenerator type Ecoecnia Eco 80 – 1,67 MW – Mast 70 m :

	Coordonnées Lambert II Etendu		Altitude of natural soit Z	Coordonnées WGS84	
	X	Y		Longitude	Latitude
Eolienne 1	239145.16	2291633.91	15.93	2° 27' 30" 19766 W	47° 31' 30" 76176 N
Eolienne 2	239432.09	2291467.85	14.56	2° 27' 16" 02288 W	47° 31' 25" 96063 N
Eolienne 3	239594.93	2290904.85	20.04	2° 27' 06" 61499 W	47° 31' 08" 08508 N
Eolienne 4	239803.86	2290708.81	18.99	2° 26' 56" 07673 W	47° 31' 02" 16056 N
Eolienne 5	240012.75	2290371.79	19.97	2° 26' 45" 13147 W	47° 30' 51" 67909 N
Eolienne 6	240191.67	2290127.76	17.99	2° 26' 35" 88710 W	47° 30' 44" 14386 N

Puissance du parc :	10,02 MW
Puissance unitaire des éoliennes	1,67 MW
Seuil de démarrage	3 m/sec soit 10,8 km/h
Seuil d'arrêt :	25 m/sec soit 90 km/h

## Mortalité connue en Europe et en France / EUROBATS - SFEM

### Mortalité connue par éoliennes au 31/12/2011, par espèce et par pays

Source : Groupe de travail d'EUROBATS  
mise à jour 11/04/2011

	A	CH	CR	D	ESP	EST	F	GR	NL	N	P	S	CS	UK	Total
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>				274	5		206		1		136	1	3		626
<i>Ppip/Ppyg</i>					484		15	54			24				577
<i>Nyctalus noctula</i>	3			467	1		12	10			2	1	3		499
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1			345			74	35	1			5	2		463
<i>Nyctalus leisleri</i>		1		65	15		27	58			104		1		271
<i>Nyctalus sp.</i>					2						5			3	10
<i>Pipistrellus sp.</i>		1		22	13		60				50		2	7	155
<i>Chiroptera sp.</i>				28	152	1	39	7			53	30		1	311
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>				28			61				20	1			110
<i>Pipistrellus kuhlii</i>			4	0	28		74				17				123
<i>Hypsugo savii</i>			3	1	34		11	26			33				108
<i>Vespertilio murinus</i>				53				1				1	2		57
<i>Eptesicus serotinus</i>				32	1		12	1			7		7		60
<i>E.serotinus/isabellinus</i>					128										128
<i>Eptesicus nilssonii</i>				2		2				1		8			13
<i>Plecotus austriacus</i>	1			6											7
<i>Tadarida teniotis</i>					20		1				9				30
<i>Myotis daubentonii</i>				4							2				6
<i>Miniopterus schreibersii</i>					2		3				1				6
<i>Myotis myotis</i>				2	2		1								5
<i>Myotis blythii</i>					4										4
<i>Myotis sp.</i>					3										3
<i>Plecotus auritus</i>				4											4
<i>Nyctalus lasiopterus</i>					21		2	1			3				27
<i>Myotis mystacinus</i>				2				1							3
<i>Myotis dasycneme</i>				1											1
<i>Myotis bechsteinii</i>							1								1
<i>Myotis emarginatus</i>					1		1								2
<i>Myotis brandtii</i>				1											1
<i>Barbastella barbastellus</i>					1		1								2
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>					1										1
<i>Rhinolophus mehelyi</i>					1										1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>1337</b>	<b>919</b>	<b>3</b>	<b>601</b>	<b>194</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>466</b>	<b>47</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>3615</b>

# **Mortalité connue de chauves-souris par éoliennes en France : de 2003 à 2010**

Synthèse MJ Dubourg-Savage pour la SFEPM (mise à jour 11/04/2011)

Espèces	Haute et Basse Normandie	Languedoc -Roussillon	Provence -Alpes- Côte d'Azur	Pays de Loire	Midi- Pyrénées	Franche -Comté	Rhône- Alpes	Lorraine	Centre	Champagne -Ardennes	Poitou Charentes	
<i>Barbastella barbastellus</i>											1	1
<i>Chiroptera sp.</i>	1	7	0	7	19		5					39
<i>Eptesicus serotinus</i>	1		5	3	2		1					12
<i>Hypsugo savii</i>		2			2		7					11
<i>Miniopterus schreibersii</i>			1		1		1					3
<i>Myotis bechsteinii</i>										1		1
<i>Myotis emarginatus</i>			1									1
<i>Myotis myotis</i>									1			1
<i>Nyctalus lasiopterus</i>					2							2
<i>Nyctalus leisleri</i>		7	3	1	10		6					27
<i>Nyctalus noctula</i>				8			2			2		12
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	2	27	12	23		9					74
<i>Pipistrellus nathusii</i>	4	2	12	51	1		2	1		1		74
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	15	11	6	55	103	1	12			3		206
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>		1	55		4		1					61
<i>P. pipistrellus/pygmaeus</i>			6				9					15
<i>Pipistrellus sp.</i>		2	9	22	24	1		2				60
<i>Tadarida teniotis</i>			1									1
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>126</b>	<b>159</b>	<b>191</b>	<b>2</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>601</b>