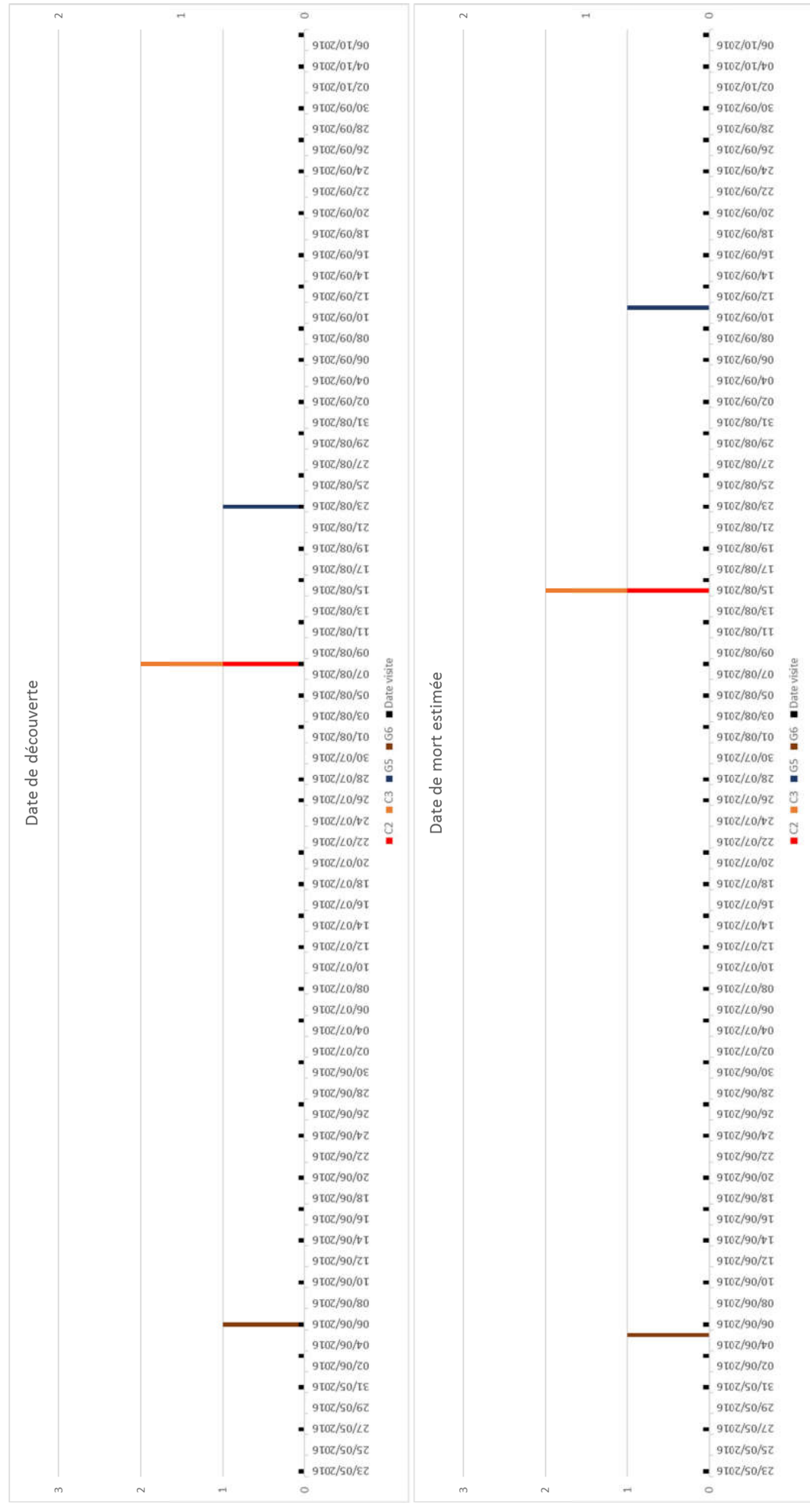


Figure 43 : Chronologie des mortalités des oiseaux (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éoliennes en 2016



### 6.1.3 Typologie des cadavres découverts

La détermination des espèces n'est pas toujours aisée selon l'état des cadavres au moment de leur découverte. En 2016, l'ensemble des cadavres étaient bien conservés au moment de la détermination. Dans notre cas précis, tous les cadavres ont fait l'objet de plusieurs analyses biométriques.

Le **cortège d'espèces impactées en 2016 est peu diversifié** puisque parmi les 4 cadavres découverts, 3 espèces différentes sont représentées. Ces 3 espèces déterminées sont des passereaux. Ces espèces peuvent être présentes localement tout au long de l'année sauf le Gobemouche noir qui est probablement migrateur.

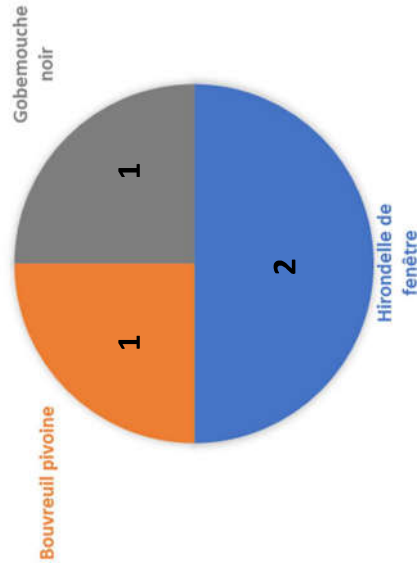
Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces retrouvées sous les éoliennes.

Figure 45 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation	Liste Rouge Régionale LR (oiseaux nicheurs)(dec 2015)	Liste Rouge Régionale LR (oiseaux hivernants)
			Prot. F.	Prot. UE	Conv. Berne			
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Passereau	P	-	3	Vulnérable	Vulnérable	-
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Passereau	P	-	2	Vulnérable	En danger	-
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	Passereau	P	-	2-3	Quasi menacée	Préc. mineure	-

Le graphique suivant synthétise la proportion des effectifs touchés par espèces.

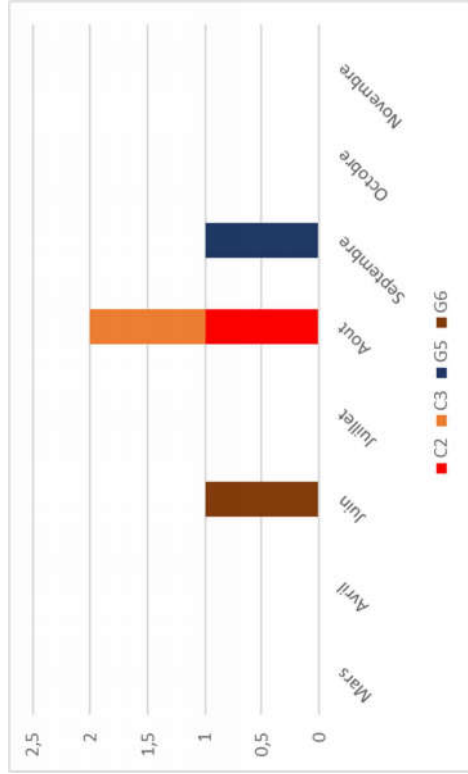
Figure 46 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2016



En ce qui concerne les rapports entre les cas de mortalité et leur chronologie, et les éoliennes, nous ne relevons pas de concentration des mortalités sur une période ou une éolienne particulière. L'ensemble des cas de mortalité semble se répartir de manière aléatoire dans le temps et géographiquement. Seuls les deux cas de mortalité de mi-août pourraient correspondre à une problématique particulière.

Nous analyserons par la suite à quelle phénoménologie du cycle biologique des espèces correspondent ces périodes de mortalités et dans quelles conditions climatiques générales ont-elles pu avoir lieu.

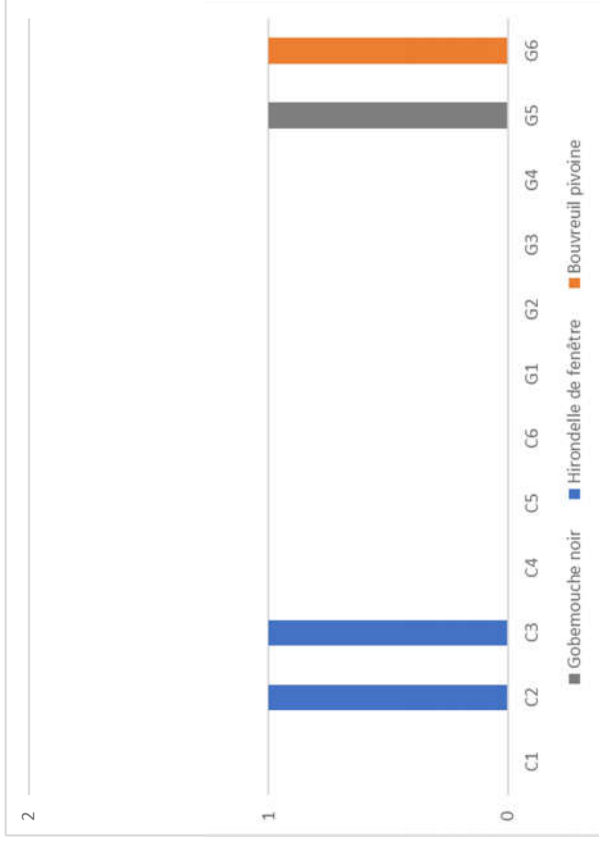
Figure 44 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées (corrigées) par mois en 2016



### 6.1.4 Relation espèce / éolienne

Le graphique suivant précise la répartition des cadavres des différentes espèces par éolienne.

Figure 47 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2016



Le graphique précédent montre l'absence de regroupement d'un groupe d'espèces sous une éolienne en particulier. Cependant, deux hirondelles de fenêtre ont été impactées sur deux éoliennes proches (C2 et C3), ce qui pourrait éventuellement laisser penser à une fonctionnalité particulière au niveau de ces deux éoliennes ou à un vol de plusieurs individus impactés par ces deux éoliennes.

Sur ces trois parcs, il apparaît que les éoliennes sont de taille moyenne (hauteur en bout de pale de l'ordre de 120 m), et que la distance entre le bout de pale et le sol est d'une quarantaine de mètres. L'ensemble de ces éoliennes est situé à une vingtaine de mètres au-dessus de la canopée.

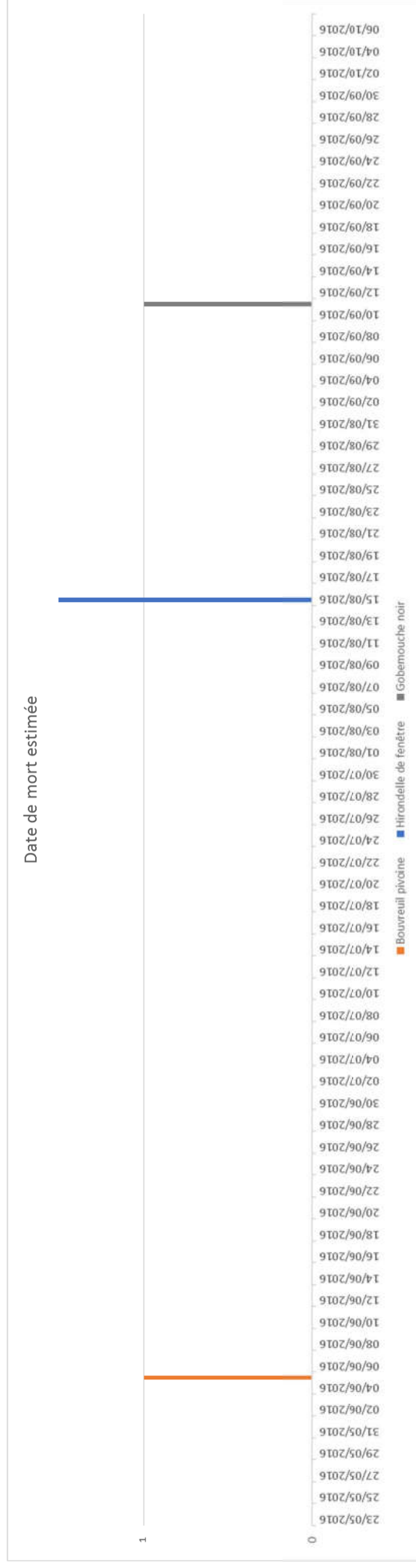
### 6.1.5 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations

La figure suivante représente les dates estimées (corrigées) des mortalités par espèces en 2016. Il s'agit de rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, vol de parade, dispersion des jeunes...) ou comportementales spécifiques (chasse, transit, migration...).

On s'aperçoit que les mortalités ne sont pas regroupées sur une très courte période mais sont plutôt étalées tout au long de la période de suivi.

Seules les hirondelles de fenêtres ont été découvertes lors de la même visite et sur deux éoliennes proches. Cette mortalité d'Hirondelle de fenêtre a été ponctuelle dans le temps.

Figure 48 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2016



Un **Bouvreuil pivoine** (*Pyrrhula pyrrhula*) a été découvert le 5 juin sous l'éolienne G6. Il s'agissait d'une femelle adulte. Le Bouvreuil pivoine n'était pas mentionné sur le site lors de l'étude d'impact de 2004. Il s'agit d'une espèce protégée et dont les statuts de conservation sont plutôt défavorables. Mais l'habitat autour du site et sa répartition laisse penser à une probable nidification dans le secteur. Cette espèce assez forestière (mais aussi colonisant les haies) est peu courante en haut vol, seuls quelques vols de transits peuvent éventuellement se dérouler à hauteur du champ de rotation des pales d'éoliennes. C'est certainement durant un de ces vols de transit que cet individu résident, probablement dans les boisements alentours, a été impacté.

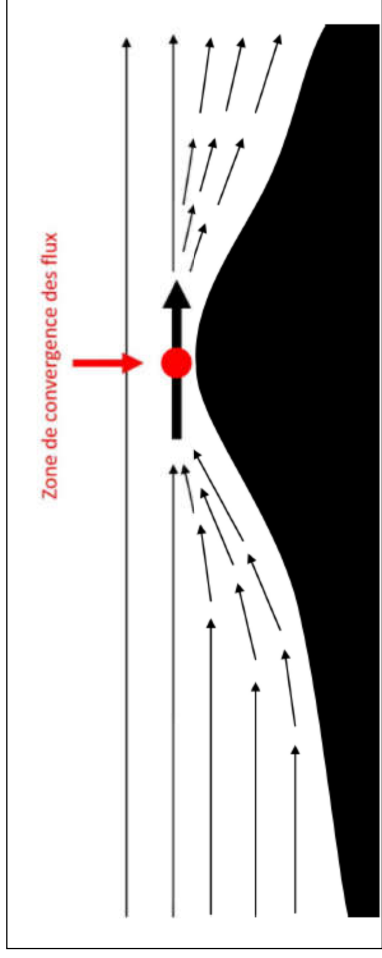
2 **hirondelles de fenêtre** (*Delichon urbica*) ont été découvertes le 16 août 2016. Les dates de mort estimées sont identiques et estimées au 15 août 2016. Les éoliennes concernées sont l'éolienne C2 et l'éolienne C3 proches l'une de l'autre. L'Hirondelle de fenêtre est une espèce protégée et dont les statuts de conservation sont plutôt défavorables. Cette espèce n'a pas été notée lors de l'étude d'impact de 2004. A cette période de l'année, cette espèce est dans le début de sa phase de migration postnuptiale. Les deux individus retrouvés mort au pied des éoliennes devaient certainement être en migration. Les hirondelles de fenêtre sont connues pour être souvent retrouvées mortes au pied des éoliennes (cette espèce est la 20<sup>e</sup> espèce la plus touchée en Europe (T. DURR, 2016)). Cette forte sensibilité s'explique par sa hauteur de vol à risque, correspondant parfaitement au champ de rotation des pales d'éolienne lors de prises d'altitudes au niveau d'ascendances thermiques ou dynamiques. La présence de deux individus impactés sous des éoliennes proches va aussi dans le sens d'une migration d'un groupe d'Hirondelle de fenêtre en altitude passé proche des éoliennes C2 et C3 et dont deux individus ont été impactés.

Figure 49 : Cliché de l'hirondelle de fenêtre (*Delichon urbica*) découverte le 16 août 2016 sous C2



Un **Gobemouche noir** (*Ficedula hypoleuca*) fut découvert le 13 septembre 2016 sous l'éolienne G5, pour une date de mortalité estimée autour du 11 septembre. Pour cette espèce peu connue comme nicheuse en Occitanie, ces dates correspondent clairement à la phase des migrations postnuptiales (septembre). Septembre correspond d'ailleurs à la principale période de l'année pendant laquelle l'espèce est contactée dans la région, puisque les migrations pré-nuptiales s'effectuent plutôt par une voie située à l'Est de l'Europe (mais quelques individus sont aussi contactés à l'ouest). Comme la plupart des migrateurs nocturnes, le Gobemouche noir est supposé migrer assez haut pour s'affranchir des obstacles de relief. Dans le cas des parcs éoliens de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe, il est possible que les éoliennes étant placées sur la crête d'un relief assez isolé par rapport à son entourage, ces vols hauts se soient retrouvés dans le champ de rotation des éoliennes, par concentration altimétrique des passages à ce niveau (cf. Figure 50).

Figure 50 : Représentation schématique du phénomène de concentration altimétrique des passages migratoires nocturnes (MEEDDM 2010)



Précisons que la mortalité liée aux éoliennes du Gobemouche noir en phase de migration nocturne automnale est assez courante. L'espèce fait d'ailleurs partie des espèces les plus régulièrement retrouvées sous les éoliennes (15<sup>ème</sup> place) d'après le bilan réalisé par la LPO pour les résultats de suivis de mortalités réalisés en France entre 1997 à 2015 (G. MARX 2017). En région Occitanie, les suivis réalisés par EXEN témoignent de relevés de mortalités réguliers notamment pour les parcs éoliens situés en moyenne montagne (Castelnaud-Pégayrols, Arfons, Salles-Curan, Ayssènes...) et qui témoignent donc bien du phénomène de concentration altimétrique des passages évoqué précédemment. L'effet de ces mortalités cumulées sur l'espèce est difficile à préciser car les populations migratrices sont méconnues. Et l'espèce est jugée menacée comme espèce nicheuse à l'échelle régionale, la problématique concerne ici potentiellement une grande partie d'une vaste population nicheuse sur l'ensemble de l'Europe et de l'ouest de l'Asie (migration en boucle par Gibraltar à l'automne). D'ailleurs, le statut de conservation des populations migratrices est classé « DD » (données insuffisantes) au niveau de la liste rouge nationale des espèces menacées. L'espèce est classée LC (statut non défavorable) à l'échelle des populations nicheuses européennes ou mondiales (populations ici concernées).

hirondelles rustiques. On peut alors plutôt supposer que les autres cas aient été occasionnés, soit à des hauteurs de vols correspondant à la partie basse du champ de rotation des pales d'éoliennes, soit par vent faible. Les deux hypothèses sont possibles.

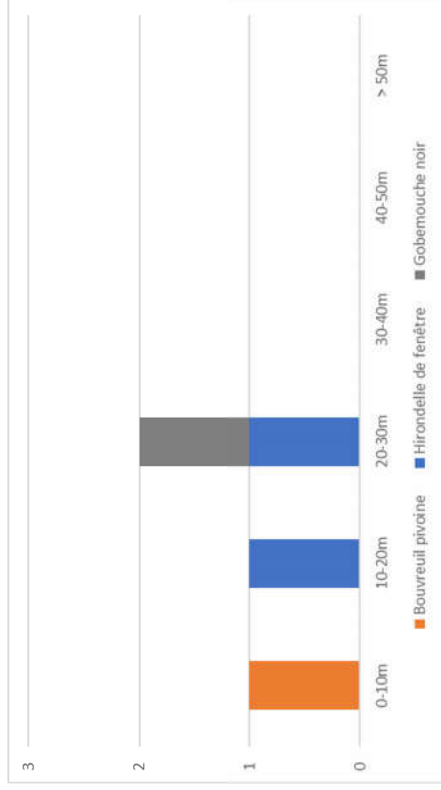
### 6.1.6 Dispersion des cadavres sous les éoliennes

L'expérience montre que la précision de la distance de dispersion des cadavres vis-à-vis des mâts des éoliennes peut permettre de préciser la nature des causes de mortalité. Ainsi sous le parc éolien de Castelnau Pégayrols ce paramètre était apparu caractéristique des mortalités occasionnées dans la partie basse du champ de rotation des pales (BEUCHER et KELIM 2010).

Lors du suivi de 2016, le graphique suivant témoigne d'une dispersion peu marquée. En effet **l'ensemble des cadavres de 2016 est retrouvé à moins de 30 m**. Cette remarque est assez courante. Elle laisse présager **des causes ou des conditions de mortalités particulières**,

- des individus impactés dans la partie basse du champ de rotation des pales d'éoliennes de façon à être peu dispersés par le vent,
- des individus impactés par vent faible...

Figure 51 : Graphique de répartition des cadavres de 2016 par classes de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne



La distance moyenne de dispersion pour les 4 cadavres est d'environ 12,3 m. Finalement, nous retiendrons que les dispersions permettent de supposer qu'au moins une partie des mortalités constatées peut être liée à des vols hauts (au-delà la partie basse du rotor), notamment une des deux

## 6.2 Taux de mortalité des oiseaux

### 6.2.1 Planning du suivi de la mortalité et évolution du type de végétation en 2016

Tout au long de la période de suivi, nous avons noté la proportion (sous chaque éolienne suivie) des différents types de végétation.

3 types de recouvrement du sol ont donc été créés :

- Type 1 : Gravier et chemin d'accès (pas ou très peu de végétation)
- Type 2 : Végétation d'une hauteur inférieure à 30cm et peu dense
- Type 3 : Végétation d'une hauteur supérieure à 30cm et dense.

Cette proportion est calculée au prorata de la surface prospectée. Par exemple, si sur une surface de 1 hectare, nous prospectons 0,4 hectares (0,6 hectares de boisement) et que sur ces 0,4 hectares, 0,2 hectares correspondent à du type 1 et 0,2 hectares correspondent à du type 2, nous aurons alors prospecté 50% en type 1 et 50% en type 2.

Le tableau ci-contre montre l'évolution de cette typologie de la végétation au cours du suivi, ainsi que la mortalité constatée à chaque visite sous les éoliennes suivies.

**A noter que le suivi a été réalisé de façon complète uniquement sur les éoliennes G3, G4, G5 et G6. Le calcul de l'estimation du taux de mortalité prendra en compte uniquement les cas de mortalité découverts sous ces 4 éoliennes (c'est-à-dire 2 cas sur les 4 cas de mortalité retrouvés).**

Figure 52 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque type de végétation et de la mortalité constatée pour chaque visite

Période	Végétation			Mortalité OIS
	Type 1	Type 2	Type 3	
24-mai	67,77	30,58	1,65	
27-mai	67,77	30,58	1,65	
31-mai	67,77	30,58	1,65	
03-juin	67,77	30,58	1,65	
06-juin	67,77	30,58	1,65	1
10-juin	67,77	30,58	1,65	
14-juin	67,77	30,58	1,65	
17-juin	67,77	30,58	1,65	
20-juin	67,77	30,58	1,65	
24-juin	67,77	30,58	1,65	
27-juin	67,77	30,58	1,65	
01-juil	67,77	30,58	1,65	
05-juil	67,77	30,58	1,65	
08-juil	67,77	30,58	1,65	
12-juil	67,77	30,58	1,65	
15-juil	67,77	30,58	1,65	
18-juil	67,77	30,58	1,65	
21-juil	67,77	30,58	1,65	
26-juil	67,77	30,58	1,65	
<b>Période 1</b>				
28-juil	67,77	30,58	1,65	
02-août	67,77	30,58	1,65	
05-août	67,77	30,58	1,65	
08-août	67,77	30,58	1,65	
12-août	67,77	30,58	1,65	
16-août	67,77	30,58	1,65	
19-août	67,77	30,58	1,65	
23-août	67,77	30,58	1,65	
26-août	67,77	30,58	1,65	
30-août	67,77	30,58	1,65	
02-sept	67,77	30,58	1,65	
06-sept	67,77	30,58	1,65	
09-sept	67,77	30,58	1,65	
13-sept	67,77	30,58	1,65	1
16-sept	67,77	30,58	1,65	
20-sept	67,77	30,58	1,65	
24-sept	67,77	30,58	1,65	
27-sept	67,77	30,58	1,65	
30-sept	67,77	30,58	1,65	
04-oct	67,77	30,58	1,65	
07-oct	67,77	30,58	1,65	
<b>Toute la période</b>				2,00
<b>Période 1</b>				2,00

## 6.2.2 Les formules utilisées

Les formules utilisées sont identiques à celles du calcul du taux de mortalité des chauves-souris (cf. : 5.2.2 Les formules utilisées page 41), tout comme les deux méthodes de calcul, la méthode des « moyennes » et la méthode « pondérée ».

## 6.2.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

L'intervalle entre les visites est très important, il a un impact direct sur le calcul des coefficients correcteurs comme le taux de persistance « p » et la durée moyenne de persistance « Tm », et donc sur le calcul du taux de mortalité. Plus l'intervalle est faible, moins l'estimation du taux de mortalité est fiable et précise. En 2016, deux tests ont été menés le 2 août et le 6 septembre pour apprécier les coefficients correcteurs nécessaires au calcul du taux de mortalité. Cependant, lors du suivi 2015, 2 tests avaient été effectués et seront pris en compte ici afin d'obtenir des résultats de coefficient correcteurs plus fiables.

**Il est important de noter** que dans l'ensemble des tableaux de résultats, autant pour le calcul des paramètres que pour les résultats du taux de mortalité, **les nombres indiqués sont arrondis au centième pour une meilleure lisibilité**. Cependant, dans les calculs du taux de mortalité, les calculs ne prennent pas en compte ces nombres arrondis mais bien ces nombres dans leur intégralité, ce qui peut induire des petites différences dans les résultats de calculs des taux de mortalité notamment.

### 6.2.3.1 Taux de détection

Le taux de détection correspond à la proportion de cadavre découvert par l'observateur :

$$d = \frac{\text{Nombre de cadavres découverts}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$$

Le taux de détection étant logiquement lié à la hauteur de végétation, nous avons séparé les calculs en fonction de cette hauteur de végétation. 3 types de recouvrement du sol ont été créés :

- Type 1 : Gravier et chemin d'accès (pas ou très peu de végétation)
- Type 2 : Végétation d'une hauteur inférieure à 30cm et peu dense
- Type 3 : Végétation d'une hauteur supérieure à 30cm et dense.

Par exemple, le calcul du taux de détection moyen sur la totalité du suivi nous donne :

$d = d(\text{type 1}) * \text{proportion de type 1 prospecté en moyenne} + d(\text{type 2}) * \text{proportion de type 2 prospecté en moyenne} + d(\text{type 3}) * \text{proportion de type 3 prospecté en moyenne}$

$$d = 0.78 * (67.77/100) + 0.76 * (30.58/100) + 0.27 * (1.65/100) = 0.77$$

Rappelons qu'au niveau de ces calculs relatifs aux oiseaux, sont utilisés les résultats obtenus à partir des cadavres test de toutes les tailles de façon à représenter l'éventail de tailles différentes des espèces d'oiseaux (Rapace de grande taille aux passereaux de taille plus petite).

Les zones boisées n'ont pas été prospectées car elles ne peuvent être prospectées de façon rigoureuse (hauteur de végétation).

On note logiquement que le taux de détection semble diminuer avec la hauteur de végétation. Les détections sont aisées sur le revêtement gravillonné qui entoure les éoliennes. Elles le sont beaucoup moins quand la végétation dépasse 30 cm.

Figure 53 : Tableau des résultats des tests de découverte et calcul du coefficient de détection d

Type végétation	Eolienne	Date test	Nb OIS déposés	Nb OIS découverte	Taux de détection
Total		Total	63	43	0,68
Type 1		Total	23	18	0,78
Type 2		Total	29	22	0,76
Type 3		Total	11	3	0,27
Total	C2	30/03/2015	18	5	
Type 1	C2	30/03/2015	6	2	
Type 2	C2	30/03/2015	6	3	
Type 3	C2	30/03/2015	6	0	
Total	C4	14/09/2015	15	11	
Type 1	C4	14/09/2015	5	5	
Type 2	C4	14/09/2015	5	3	
Type 3	C4	14/09/2015	5	3	
Total	E2	02/08/2016	15	14	
Type 1	E2	02/08/2016	5	5	
Type 2	E2	02/08/2016	10	9	
Type 3	E2	02/08/2016	0	0	
Total	E2	06/09/2016	15	13	
Type 1	E2	06/09/2016	7	6	
Type 2	E2	06/09/2016	8	7	
Type 3	E2	06/09/2016	0	0	

d	Pourcentage de prospection		
	Type 1	Type 2	Type 3
0,77	67,77	30,58	1,65



### 6.2.3.2 Taux de persistance

Afin de calculer le taux de persistance, sont ici comptabilisés l'ensemble des cadavres tests déposés lors du test (ceux de grande taille et ceux de petite taille) afin de prendre en compte la diversité de taille des différentes espèces d'oiseau.

Figure 54 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance.

Type végétation	Eolienne	Date test	Dépôt	Nombre de jours après dépôt																																Tm	p
				1	2	3	4	6	7	8	9	10	14	17	18	21	24	28	31	35																	
Total		Total	67	63	49	30	21	19	15	9	8	8	5	4	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,66	0,38
Type 1		Total	17	15	12	7	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,65	0,33	
Type 2		Total	39	37	28	18	13	12	11	9	8	8	5	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,82	0,40	
Type 3		Total	11	9	5	4	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,64	0,41		
Total	C2	30/03/2015	18	12	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 1	C2	30/03/2015	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 2	C2	30/03/2015	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 3	C2	30/03/2015	6	4	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	Toutes	14/09/2015	15	13	7	7	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 1	Toutes	14/09/2015	5	4	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 2	Toutes	14/09/2015	5	4	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 3	Toutes	14/09/2015	5	5	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	Toutes	02/08/2016	14	13	8	4	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Type 1	Toutes	02/08/2016	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Type 2	Toutes	02/08/2016	11	10	6	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Type 3	Toutes	02/08/2016																																			
Total	Toutes	06/09/2016	20	19	16	13	10	9	7	7	6	6	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Type 1	Toutes	06/09/2016	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Type 2	Toutes	06/09/2016	17	17	14	11	9	8	7	7	6	6	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Type 3	Toutes	06/09/2016																																			

Méthode des moyennes	Tm	Pourcentage de prospection		
		Type 1	Type 2	Type 3
	4,66			
Méthode pondérée	3,63	67,77	30,58	1,65

■ **Paramètre p (formules de Winckelmann + Erickson adaptée)**

« p », utilisé pour la formule de Winckelmann (+ Erickson adaptée), caractérise un taux de persistance sur la base de l'intervalle de temps de retours moyen entre deux visites au cours de la campagne de suivi (l).

Dans notre cas précis, cet intervalle l moyen entre deux visites est calculé précisément en fonction du planning de suivi de l'année 2016 (cf. Figure 52 page 57). Le tableau suivant détaille ce calcul.

Durée intervalle (en jour)	Nombre d'intervalle	Total
1	0	0
2	1	2
3	20	60
4	16	64
5	2	10
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
Total	39	136
Intervalle l sur la période de suivi		3,49

Dans la pratique, il est nécessaire d'effectuer un calcul afin d'estimer le « nombre de cadavre encore présent après l jours ». Dans notre cas précis, on considérera que la disparition des cadavres entre 3 et 4 j est linéaire afin d'approximer au mieux cette valeur. Le calcul s'effectue de la même manière que ce pour les chiroptères (voir Figure 36 page 45)

De ce fait, sans prendre en compte les types de végétation :

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après } l \text{ jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{25,62}{67} = 0,38$$

En prenant en compte les différents types de végétation, le calcul de p est effectué de la même manière que le calcul du d, vu précédemment.

$p = p$  (type 1) \* proportion de type 1 prospecté en moyenne + p (type 2) \* proportion de type 2 prospecté en moyenne + p (type 3) \* proportion de type 3 prospecté en moyenne

$$p = 0,33 * (67,77/100) + 0,40 * (30,58/100) + 0,41 * (1,65/100) = 0,35$$

■ **Paramètre Tm (formules de Erickson + Jones + Huso)**

Le paramètre Tm traduit la durée moyenne de persistance d'un cadavre. Tm se calcule sur la durée au bout de laquelle tous les cadavres test ont disparus. Dans notre cas précis, **Tm est égal à 4.66** (mais à 3.63 en prenant en compte les types de végétation). Cette valeur de Tm peut aussi être considéré comme moyenne (calcul avec les types de végétation) voire un peu plus élevé que la moyenne (calcul par valeurs moyennes) par rapport à ce que l'on peut observer sur d'autres parc éolien.

La durée moyenne de persistance d'un cadavre en jour est donc de :

$$tm = \frac{(Nb \text{ cadavres persistant } 1 \text{ jour}_{x+1} + Nb \text{ cadavres persistant } 2 \text{ jours}_{x+2} \times 2 + Nb \text{ cadavres}_{x+4} \times 4 + \dots)}{Nb \text{ cadavres présents départ}}$$

**6.2.3.3 Coefficient de correction surfacique**

Le coefficient surfacique sert à corriger le fait que certaines zones autour des éoliennes (notamment les forêts) ne soient pas prospectées. Plusieurs formules peuvent être utilisées pour prendre en compte ce biais. Dans notre cas précis, la formule d'Arnett (2005) sera celle utilisée.

Arnett (2005) propose un mode de calcul du coefficient surfacique qui prend en compte à la fois la dispersion des cadavres découverts sous les éoliennes et la proportion de surfaces prospectées par classes de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne. Cette estimation est basée sur la formule suivante, revue par CORNU & VINCENT 2010. Il s'agit de subdiviser la surface prospectable en cercles centrés sur l'éolienne et dont les rayons respectifs sont de 14, 28, 42 et 56 m, de sorte de la surface considérée soit proche des 1 ha de prospection réalisés sous la plupart des parcs éoliens (pour permettre des comparaisons). La proportion de surface prospectée sur chacune des tranches de cercle est calculée et pondérée par le nombre de cadavres retrouvés sur ces tranches.

$$A = \frac{\sum_k C_k / S_k}{\sum_k C_k}$$

Avec

- A = coefficient de correction surfacique pondéré par la dispersion
- C = nombre de cadavres retrouvés dans le cercle k
- S = proportion de la surface du cercle k prospectée.

## 6.2.4 Calculs de mortalité avec la méthode des « moyennes »

Le tableau suivant détaille la base de calculs pour la dispersion des cadavres découverts en 2016 en fonction des surfaces prospectées (en hectare).

Surface théorique à prospecter par éolienne (en ha)	Nb éolienne suivie	Surface théorique à prospecter (toutes éoliennes confondues)	Surface réellement prospectée (toutes éoliennes confondues)	Proportion prospectée	Nombre de cadavres d'oiseaux
42m - 56m	4	1,378	0,195	0,142	0
28m - 42m	4	1,232	0,308	0,250	0
14m - 28m	4	0,739	0,428	0,580	1
0 - 14m	4	0,246	0,237	0,961	1

<b>a (OIS)</b>	<b>1,38</b>
----------------	-------------

Cette valeur de coefficient surfacique peut être qualifiée de modéré. En effet, la prospection a été réalisée sur une surface restreinte autour de chaque éolienne (boisement présent proche des éoliennes). Cependant, cette surface restreinte a été prospectée tout au long de l'année. La répartition proche des éoliennes des différents cadavres découverts permet une diminution de ce coefficient car les classes de distances où la majorité des cadavres a été découverte correspond avec une bonne prospection.

Vu que l'on ne tient pas compte des types de végétation, le calcul est effectué sans séparer la période de suivi en différentes périodes. Le tableau suivant synthétise les valeurs des paramètres nécessaires aux calculs des différentes équations.

Figure 55 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	2,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,77	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,38	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	4,66	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
l	3,49	Pas de temps du suivi
$\hat{l}$	9,31	$\hat{l} = - \log(0,01) * tm$
$\hat{e}$	1,00	$\hat{e} = \text{Min}(l/\hat{l}) / l$
a	1,38	Coefficient de correction surfacique

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre d'oiseaux morts sur la période allant du 24 mai au 7 octobre 2016 et pour les 4 éoliennes du parc suivies. Ces résultats sont basés sur 4,5 mois de suivi.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne,

- on divise ces résultats par 4 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne pour la période de suivi**
- on divise par 4,5 (4,5 mois) → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par mois**
- on multiplie par 12 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par an** (pour la période d'activité des oiseaux, c'est-à-dire tout au long de l'année).
- On multiplie par 4 → on aura une estimation de la **mortalité pour le parc de Lacombe et par an** (pour la période d'activité moyenne des chiroptères).

Finalement, le tableau suivant synthétise les résultats pour chacune des formules utilisées. Il aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 3.36 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette oscillant entre 1.79 et 6.29 mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

Figure 56 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2016 des oiseaux (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)

	Winkelman		Erickson		Huso	Moyenne
	adaptée	réelle	adaptée	réelle		
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	9.43	2.69	2.70	5.24	5.12	5.04
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	2.36	0.67	0.68	1.31	1.28	1.26
Mortalité par éolienne et par mois	0.52	0.15	0.15	0.29	0.28	0.28
Mortalité par éolienne et pour une année	6.29	1.79	1.80	3.50	3.42	3.36
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier (Lacombe)	25.15	7.17	7.20	13.98	13.66	13.43

### 6.2.5 Calcul de mortalité avec la méthode « pondérée »

Ici on tient compte de l'évolution des types de végétation et de leur évolution au cours de la période de suivi. Ici l'évolution de la végétation ne permet pas de définir plusieurs périodes, de ce fait seule une période a été retenue (cf. planning de la Figure 52 page 57). Ci-dessous sont ainsi présentées les valeurs des paramètres nécessaires aux différentes équations selon la période.

Figure 57 : Paramètres pour le calcul des équations selon la deuxième méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	2,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,77	Valeur du taux de détection pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
p	0,35	Valeur du taux de persistance pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
tm	3,63	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
l	3,49	Pas de temps du suivi
$\hat{l}$	7,27	$\hat{l} = -\log(0.01) * tm$
$\hat{e}$	1,00	$\hat{e} = \text{Min}(\hat{l}) / l$
a	1,38	Coefficient de correction surfacique selon la période

Pour chaque formule, on effectue le calcul pour chacune des périodes et ensuite on fait la somme de chacun de ces résultats pour obtenir la mortalité estimée sur la totalité de la période de suivi et pour l'ensemble des éoliennes suivies.

Les résultats pour cette seconde méthode de calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les résultats sont présentés selon les mêmes formats que pour la première méthode de calcul, c'est-à-dire ramenés par éolienne, puis par éolienne et par mois, puis par éolienne et sur l'ensemble de la période d'activité des oiseaux et enfin pour les parcs éoliens entiers.

Le tableau aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 3.82 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette oscillant entre 2.30 et 6.88 mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

Figure 58 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2016 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)

	Winkelman	Erickson		Jones	Huso	Moyenne
		adaptée	réelle			
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	10.31	3.45	3.46	5.83	5.61	5.73
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	2.58	0.86	0.87	1.46	1.40	1.43
Mortalité par éolienne et par mois	0.57	0.19	0.19	0.32	0.31	0.32
Mortalité par éolienne et pour une année	6.88	2.30	2.31	3.88	3.74	3.82
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier (Lacombe)	27.50	9.19	9.23	15.54	14.96	15.28

## 7 EVALUATION DES IMPACTS

### 7.1 Impact sur l'avifaune

#### 7.1.1 Analyses quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens

**En 2015, un doute sur l'impact de ces parcs éoliens vis-à-vis de l'avifaune persistait**, le taux de mortalité pouvait être soit de l'ordre de 6 à 8 cas de mortalité par éolienne et par an ou de 40 à 50 cas de mortalité par éolienne et par an. Cette différence conséquente était due à des interrogations sur le calcul du coefficient surfacique. **Le suivi 2016 a donc permis de révéler que finalement le taux de mortalité estimé en 2015 devait être d'un niveau plutôt faible, soit entre 6 et 8 cas de mortalité par an et par éolienne.**

Le taux de mortalité estimé pour le parc éolien de Lacombe en 2016 est de l'ordre de 3 à 4 oiseaux par éolienne et par an. En ce qui concerne les parcs de Cuxac Cabardès et Grand Bois, le nombre de cas de mortalité découvert est du même ordre que ce qui a été retrouvé sous le parc de Lacombe, ce qui montre une similitude entre les différents parcs. Le taux de mortalité (environ 3-4 oiseaux par éolienne et par an) semble donc plus faible que ce qui a été observé sur d'autres parcs français et européens suivis dans les mêmes conditions. Si les résultats restent encore peu nombreux à l'échelle régionale, les évaluations à l'échelle nationale ou européenne montrent généralement un taux de mortalité variant de 0 à 10 oiseaux/éolienne/an. Les niveaux de mortalité varient considérablement selon les situations locales et notamment selon les milieux. Des taux de mortalité sont en effet bien plus élevés pour des parcs installés sur des sites fréquentés par des espèces sensibles et en forte densité (vautours espagnols, rapaces californiens, lariés de Vendée (parc de Bouin, DULAC 2008...)). À titre de comparaison, sous ces parcs éoliens qui font aujourd'hui référence parmi les plus meurtriers, les taux de mortalité peuvent dépasser les 33 oiseaux/éolienne/an, correspondant à plusieurs centaines de cadavres par chaque parc selon leur taille.

Les parcs que nous avons suivi dans les départements de l'Aveyron, du Tarn, de l'Hérault ou du Cantal montrent des niveaux de mortalité généralement similaires (voire supérieurs) pour les oiseaux, qu'il s'agisse de parcs situés dans des prairies de moyenne montagne (parc de Talizat - Rézentières (15)), des paysages bocagers de polyculture-élevage (parc de Canet de Salars (12)), ou des contextes forestiers et crête (parc de Castelnaud Pégayrols (12)).

**En 2016, les parcs de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe aurait donc généré un niveau d'impacts plutôt « classique » sur les oiseaux en termes de taux de mortalité / éolienne / an. L'analyse quantitative de la mortalité des oiseaux sur ces parcs éoliens permet de conclure à un niveau d'impact plutôt faible.** Le paragraphe suivant se concentrera plus sur les espèces impactées et le niveau d'impact par espèce.

#### 7.1.2 Analyse qualitative des impacts sur l'avifaune

Seules 3 espèces d'oiseaux ont été impactées en 2016, il s'agit de l'Hirondelle de fenêtre (2 cas), du Bouvreuil pivoine et du Gobemouche noir. Ces trois espèces sont protégées et possèdent un statut de

conservation défavorable (Bouvreuil pivoine : Vulnérable au niveau national et régional, Gobemouche noir : Vulnérable au niveau national et en danger au niveau régional, Hirondelle de fenêtre : Quasi menacée au niveau national et non défavorable au niveau régional). On notera que ces statuts de conservation concernent les individus nicheurs dans la région, or le Gobemouche noir impacté provient d'une population différente de celle de la région Languedoc Roussillon.

**L'Hirondelle de fenêtre** fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien. Elle correspond à la 20<sup>ème</sup> espèce la plus impactée en Europe (d'après les tableaux de T. Dürr 2016). Les populations d'Hirondelle de fenêtre sont assez importantes, de plus les individus impactés étaient migrateurs. Il est donc très difficile de savoir si la population de ces individus sera affectée par ces cas de mortalité ou non car on ne connaît pas la provenance de ces 2 individus. Mais, au vu de la faible mortalité constatée et le fait qu'en 2015, cette espèce n'ait pas été impactée, il est probable que ce cas de mortalité ne soit pas très récurrent et que la population ne soit pas impactée de façon significative.

**Le Gobemouche noir** est une espèce moyennement sensible à l'éolien. Elle est néanmoins régulièrement impactée sur des parcs éoliens situés au sommet de reliefs, notamment lors de sa migration post-nuptiale. Un cas de Gobemouche noir avait aussi été relevé en 2015 sous ce même parc éolien. La population nicheuse du sud de la France est considérée comme menacée car elle se reproduit peut localement (inféodée aux vieilles forêts claires riches en cavités arboricoles). Pour autant, les individus impactés en 2015 et 2016, et plus généralement la problématique des mortalités du Gobemouche noir liées aux éoliennes, concernent des oiseaux migrants transsahariens en passage automnal. Il serait inapproprié de juger de ces mortalités vis-à-vis de ce statut nicheur régional dans la mesure où ce passage migratoire peut concerner l'ensemble des populations nicheuses établies dans la majeure partie de l'Europe et de l'ouest de l'Asie. Or à l'échelle de l'aire de répartition des populations nicheuses européennes, les statuts de conservation Européens (et mondiaux) sont considérés comme non défavorables (« LC », Listes rouges européennes 2015). Dans ces conditions, et au vu du nombre assez faible de mortalités chaque année sur cette espèce, il est peu probable que les populations concernées soit affectées.

**Le Bouvreuil pivoine** est assez rarement impacté par les éoliennes. Sur les tableaux de T. Dürr 2016, aucun cas n'a même été recensé. Cette espèce est connu pour être nicheuse sur la montagne noire au niveau des habitats forestiers. Il est peu probable que ce cas de mortalité affecte durablement la population de Bouvreuil pivoine localement.

Les cas de mortalité relevés en 2015 concernant des espèces dont les statuts de conservation ne sont pas ou peu défavorables. Et mis à part le Gobemouche noir, aucune des espèces impactées en 2015 n'a été retrouvée impactée en 2016.

**Finalement, les parcs éoliens de Cuxac-Cabardès, de Grand Bois et de Lacombe aurait donc généré un niveau d'impact plutôt faible sur les populations locales d'oiseaux.**

## 7.2 Impact sur les chiroptères

### 7.2.1 Analyses quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens

En 2015, le taux de mortalité estimé concernant les chiroptères était d'environ 5 à 10 cas de mortalité par éolienne et par an pour les parcs de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe (selon les méthodes de calcul). Il persistait aussi un doute sur les impacts de ces parcs éoliens sur les chiroptères. **Le suivi 2016 a donc permis de révéler que finalement le taux de mortalité estimé en 2015 devait être d'un niveau modéré à fort, soit plutôt autour de 10 cas de mortalité par an et par éolienne.**

En 2016, la comparaison des résultats des deux méthodes de calculs montre finalement assez peu de différences. Compte tenu des nombreuses marges d'erreur qui s'ajoutent progressivement les unes aux autres dans les différentes étapes d'estimation d'un taux de mortalité (et notamment la formule de Winkelmann qui tend à surestimer ce taux), retenons globalement que **le parc de Lacombe aurait théoriquement généré en 2016, entre 13 et 17 mortalités de chauves-souris par éolienne et par an.** En 2016, 11 cas de mortalité ont été découverts au niveau des 4 éoliennes du parc de Lacombe et 11 cas de mortalité au niveau des 8 éoliennes des parcs de Cuxac-Cabardès et de Grand-Bois. Le suivi sur le parc de Lacombe était approfondi et celui sur les parcs de Cuxac-Cabardès et Grand-Bois était allégé. Même s'il n'a pas été possible d'effectuer un calcul de taux de mortalité pour les parcs de Cuxac-Cabardès et Grand-Bois, le nombre de cas de mortalité, même avec un suivi allégé semble montrer un impact similaire à ce qui a été relevé au niveau du parc éolien de Lacombe.

D'après les données disponibles actuellement en France mais aussi et surtout à l'étranger (Europe, voir tableaux de la page suivante), cette estimation de la mortalité témoignerait **d'une valeur de mortalité par éolienne et par an plutôt forte vis-à-vis des chauves-souris.** La fourchette de taux de mortalité correspondrait effectivement à des résultats obtenus sous des parcs éoliens dont l'impact peut être qualifié de fort. Même si cette analyse comparative reste délicate et soumise à de nombreux facteurs locaux (contraintes techniques de recherche, pression de suivi...), cette estimation semble révéler, **la présence d'un niveau de mortalité notable**, mais d'un niveau moindre que ce qui a pu être récemment observé sur d'autres parcs éoliens français dont le niveau de mortalité est exceptionnellement haut. Ces parcs sont situés dans des contextes biogéographiques particuliers (Bouin en littoral atlantique (Dulac, 2006), Castelnaud Pégayrols en contexte forestier et ligne de crête (Beucher & Kelm, 2009-2010), Leuze en plaine camarguaise de la Crau (GCP, 2010), parcs Drômois en forêt ou bordure de canal (Cornut et Vincent, 2010)). À titre de comparaison, sous ces parcs éoliens qui font aujourd'hui référence parmi les plus meurtriers, les taux de mortalité peuvent dépasser les 20 chauves-souris/éolienne/an, correspondant à plusieurs centaines de cadavres sur chaque parc selon leur taille.

En 2016, 22 cadavres ont été découverts (11 uniquement sous les éoliennes avec suivi complet) et la plupart sur une période allant de début août à début octobre. L'estimation de la mortalité annuelle (environ 13 à 17 mortalités par éolienne et par an selon les méthodes de calculs) n'atteint toutefois pas le seuil de surmortalités exceptionnellement haut des parcs les plus impactants. Cela n'enlève toutefois rien au caractère problématique de ces cas de mortalité issus d'une possible hausse d'activité ponctuelle entraînée par des conditions climatiques et une phénologie particulière des espèces proies.

Cette hypothèse d'influence des essaimages d'insectes en altitude favorisés par des ascendances thermiques ou dynamiques paraît importante sur ce site pour expliquer les mortalités de chiroptères. En effet, la présence d'enregistrements acoustiques d'individus en chasse lors des pics d'activité laisse penser à une exploitation d'éventuels essaimages.

**Finalement, du point de vue quantitatif, l'impact des parcs éoliens de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe peut être qualifié de fort par rapport à d'autres parcs suivis en France ou en Europe.**

### 7.2.2 Analyse qualitative des impacts sur les chiroptères

#### ■ Niveau des risques

L'appréciation des risques de l'exploitation du parc éolien se concentrent sur ceux liés au fonctionnement des machines, c'est-à-dire la mortalité dans le voisinage des pales.

Pour chaque espèce contactée dans la zone d'étude, on peut évaluer l'intensité de son exposition au risque de mortalité sur le site à partir :

- des résultats du suivi de la mortalité ;
- des résultats du suivi automatisé (permettant de préciser le statut local de l'espèce et les modalités de fréquentation du site) ;
- des données bibliographiques (base de données mortalité, éléments d'écologie liés aux comportements de vol) renseignant sur la sensibilité des espèces.

Il s'agit ici de préciser la potentialité d'occurrence d'un risque de mortalité pour les espèces contactées en hauteur.

A partir de ces niveaux de risque, il sera intégré **trois niveaux de sensibilité à l'éolien** définis sur la base des connaissances actuelles :

- Faible : pour les espèces pas ou très rarement impactées et pas ou très rarement contactées en altitude ;
- Modérée : pour les espèces impactées à un faible niveau, mais grégaires et effectuant des déplacements de type migratoire ;
- Forte : espèces de haut vol ou fréquemment retrouvées lors des suivis de mortalité.

Quatre modalités ont été retenues pour renseigner **le niveau de fréquentation** (risque local) des espèces recensées dans la zone d'étude :

- Suspectée : Espèce non identifiée précisément sur le site ;
- peu commune : quelques contacts ponctuels durant l'année ;
- assez fréquente : plusieurs contacts mais irréguliers durant l'année ;
- très fréquente : activité pouvant être élevée ponctuellement et espèce contactée régulièrement sur le site.

**La mortalité avérée** sur le site est évaluée par le nombre de cadavres découverts sous les éoliennes.

Figure 59 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE)

Site	Département	Contexte de milieux	Année de suivi	Nombre de victimes / éolienne / an	Référence
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2010	0	ALEPE 2010
Rézentières	15	Prairies naturelles de moyenne montagne	2013	0-3	Beucher, Albespy, Mougnot 2014
Castelnaud Pegayrols	12	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2011	0,95 - 0,99	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2011
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2011	1,29-1,41	Albespy, Beucher (2015)
Castelnaud Pegayrols	12	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2010	1,3 - 2	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2010
Haut Cabardès	11	Forêt de résineux + lisières	2012	1,6 - 1,9	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2012
Arfons	81	Ancienne forêt de résineux de moyenne montagne + qq lisières et îlots de boisements mixtes	2010	2,2 - 2,8	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2013
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2008	3,12	ALEPE 2009
Arfons	81	Ancienne forêt de résineux de moyenne montagne + qq lisières et îlots de boisements mixtes	2011	3,7 - 3,8	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2014
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2010	4,2-4,9	Albespy, Beucher (2015)
Arfons	81	Ancienne forêt de résineux de moyenne montagne + qq lisières et îlots de boisements mixtes	2012	4,4 - 5,5	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2015
Cuq Servies	81	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2013	5,5 - 6,9	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2014
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2012	6,1-6,6	Albespy, Beucher (2015)
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2014	7,5-7,9	Beucher, Albespy 2015
Talizat	15	Prairies naturelles de moyenne montagne	2010	7,4-8,7	Beucher, Albespy 2011
Bouin	85	Littoral atlantique cultivé	2006	6,0 - 9,3	Dulac 2008
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2008	9,78	Albespy, Beucher (2015)
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2009	10	ALEPE 2009
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2009	13,5	Albespy, Beucher (2015)
Bouin	85	Littoral atlantique cultivé	2007	20,3 - 21,6	Dulac 2008
Bouin	85	Littoral atlantique cultivé	2005	21,5 - 26,7	Dulac 2008
Castelnaud Pegayrols	12	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2009	26,8 - 31,1	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2011
Le Pouzin	7	Bordure de canal	05/05-20/10/2010	44 - 76	Comut & Vincent 2010
Mas de Leuze	13	Plaine camargaise	17/3-27/11/2009	79,3	Aves et GCP 2010
La Répara-Auriples	26	Forêt de résineux et lisières	05/05-20/10/2010	79 - 87	Comut & Vincent 2010

Figure 60 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE)

Site	Période de l'année	Nombre de victimes / éolienne / an (*ou pour la période d'étude)	Référence
<b>EUROPE</b>			
Portugal (12 sites)	2005 à 2010	0	Plusieurs auteurs
Caravelas (Portugal)	2006	0,22	Shix, 2008 in Dubourg-Savage et al., 2011
Finhã Interior - Fumas (Portugal)	2006, 2007	0,8	Alves et al., 2009 et 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Finhã Interior - Saladinho (Portugal)	2006	0,8	Alves et al., 2009 et 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Finhã Interior - Prouença I e II (Portugal)	2006	1,8	Lopes et al., 2008, Alves et al., 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Grèce (Soros)	2010	2,2	Geogiakis P., Fapadatos E. et WWF Hellas 2010
Mosqueiros I (Portugal)	2008	3,6	Barreiro et al., 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Gardunha	2007	4,2	Alves et al., 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Stemberg (Autriche)	09/2003 - 09/2004	5,3	Traxler et al. 2004 in Brinkmann et al. 2006
Grèce (Dydimos Lofos)	2010	5,5	Geogiakis P., Fapadatos E. et WWF Hellas 2010
Grèce (Monastin)	2010	6,5	Geogiakis P., Fapadatos E. et WWF Hellas 2010
Candal Coelhoira (Portugal)	2006, 2007	7,8	Alves et al., 2007, Amorim 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Prielenkirchen (Autriche)	09/2003 - 09/2004	8,00	Traxler et al. 2004 in Brinkmann et al. 2006
Cantons de Berne et de Lucerne (Suisse)	06 - 10/2007	8,2	Leuzinger, 2008
Grèce (Mab)	2010	10,8	Geogiakis P., Fapadatos E. et WWF Hellas 2010
District de Fribourg (Allemagne)	Début 04 - mi-05 et mi-07 - mi-10/2005	11,8*	Brinkmann et al. 2006
S. Pedro (Portugal)	2006	12	Alves et al., 2007 in Dubourg-Savage et al., 2011
Grèce (Sapka)	2010	13,2	Geogiakis P., Fapadatos E. et WWF Hellas 2010
Navarre (Espagne)	03/2000 - 03/2001	13,3	Lekuona, 2001
Grèce (Kerveros)	2010	13,9	Geogiakis P., Fapadatos E. et WWF Hellas 2010
Caramulo (Portugal)	2006, 2007	14,2	Horêncio et al., 2007, Silva et al., 2008
District de Fribourg (Allemagne)	fin 07 - fin 10/2004	20,9	Brinkmann et al. 2006
Ourense (Portugal)	2006, 2008	26,3	in Dubourg-Savage et al., 2011

➤ **L'exposition au risque de mortalité est finalement évaluée comme :**

- Très fort pour la Pipistrelle commune ;
- Fort pour la Noctule de Leisler ;
- Modéré à fort pour la Pipistrelle de Kuhl et le Vespère de Savi ;
- Modéré pour la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius ;
- Faible à modéré pour la Grande noctule et la Pipistrelle pygmée ;
- Faible pour les autres espèces.

On ne peut exclure un risque de mortalité pour d'autres espèces non contactées en hauteur. Cependant, ces espèces non contactées n'utiliseraient le site que ponctuellement et le niveau de risque de mortalité devrait être très faible.

Figure 61 : Niveau d'intensité des risques de mortalité

Espèce	Nom scientifique	Sensibilité théorique vis-à-vis de l'éolien	Niveau de fréquentation	Mortalité relevée sur le parc en 2016	Mortalité relevée sur le parc en 2015	Risque d'occurrence de mortalité sur le site
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Forte	Très fréquente	9 (15)	2 (4)	Très forte
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Forte	Très fréquente	5	1	Forte
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savi</i>	Forte	Peu commune	2		Modéré à forte
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Forte	Assez fréquente	(4)	(1)	Modéré à forte
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Forte	Suspectée		1	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Forte	Peu commune			Modéré
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Forte	Suspectée			Faible
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Forte	Suspectée	(5)		Faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Modérée	Suspectée			Très faible
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Faible	Suspectée			Très faible
Oreillard sp.	<i>Plecotus auritus</i>	Faible	Suspectée			Très faible
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Modérée	Suspectée			Très faible

*Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre de mortalités maximum en prenant en compte les espèces non identifiées précisément.*

■ **Évaluation des impacts du parc éolien**

Les niveaux d'impact attendus sont évalués proportionnellement à leur intensité et aux niveaux d'enjeux. Au final, sept niveaux d'impact (Très Fort, Fort, Modéré à fort, Modéré, Faible à modéré, Faible, Négligeable) peuvent être définis comme indiqué dans le tableau suivant en croisant le niveau d'intensité de l'impact avec le niveau d'enjeu écologique.

Le tableau de la Figure 63 ci-contre permettra de statuer sur l'impact estimé significatif ou non des parcs éoliens de Cuxac Cabardès, Grand Bois et Lacombe sur ces différentes espèces. Il sera considéré un

impact significatif à partir d'un niveau d'impact théorique d'un niveau modéré ou supérieur. De ce fait, il apparaît que ces 3 parcs ont un niveau d'impact significatif sur 4 espèces (la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule commune).

Figure 62 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFEPM 2010)

	Très faible	Faible	Faible à modéré	Modéré	Modéré à fort	Fort	Très Fort
Très faible	Très faible	Très faible	Faible à modéré	Modéré	Modéré à fort	Fort	Très Fort
Faible	Très faible	Faible	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré
Faible à modéré	Faible	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort
Modéré	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort
Modéré à fort	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Fort	Fort
Fort	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	Fort	Fort
Très Fort	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	Fort	Fort	Très Fort

Figure 63 : Évaluation des impacts du parc éolien sur les chauves-souris

Espèce	Nom scientifique	Niveau de patrimonialité	Risque d'occurrence de mortalité sur le site	Niveau d'impact théorique
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Modéré	Forte	Modéré à fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Très faible	Très forte	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Modéré	Modéré	Modéré
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Modéré	Modéré	Modéré
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Modéré à forte	Faible	Faible à modéré
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savi</i>	Faible	Modéré à forte	Faible à modéré
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Faible	Modéré à forte	Faible à modéré
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Modéré à forte	Très faible	Faible à modéré
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Très faible	Faible	Très faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Faible	Très faible	Très faible
Oreillard sp.	<i>Plecotus auritus</i>	Faible	Très faible	Très faible
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Faible	Très faible	Très faible



## 8 PROPOSITION DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS

Il s'agira dans ce chapitre de proposer des mesures permettant d'aboutir à un impact résiduel des parcs éoliens de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe d'un niveau non significatif. Il ne s'agit là que de propositions du bureau d'étude EXEN qui devront être discutées et éventuellement mises en place en concertation avec l'exploitant.

### 8.1 Mesures concernant l'avifaune

Compte tenu que l'impact sur l'avifaune, autant au niveau quantitatif que qualitatif, apparaît comme faible, aucune mesure particulière n'apparaît nécessaire.

### 8.2 Mesures concernant les chiroptères

#### 8.2.1 Confrontation entre l'activité relevée en hauteur et la mortalité

Le graphique de la page suivante permet une analyse comparée des dates de mortalités estimées et des chronologies d'activité mesurées au niveau du Batcorder en nacelle (G6).

Les mortalités survenues lors de la phase de suivi sont assez bien corrélées avec les périodes de plus fortes activités des chiroptères. Notamment lors de la période automnale, on peut remarquer que lorsque l'activité devient plus régulière, quelques pics d'activité plus importants sont relevés. Cette période d'août et de septembre correspond à la période de plus forte activité mensuelle relevée lors du suivi de mortalité.

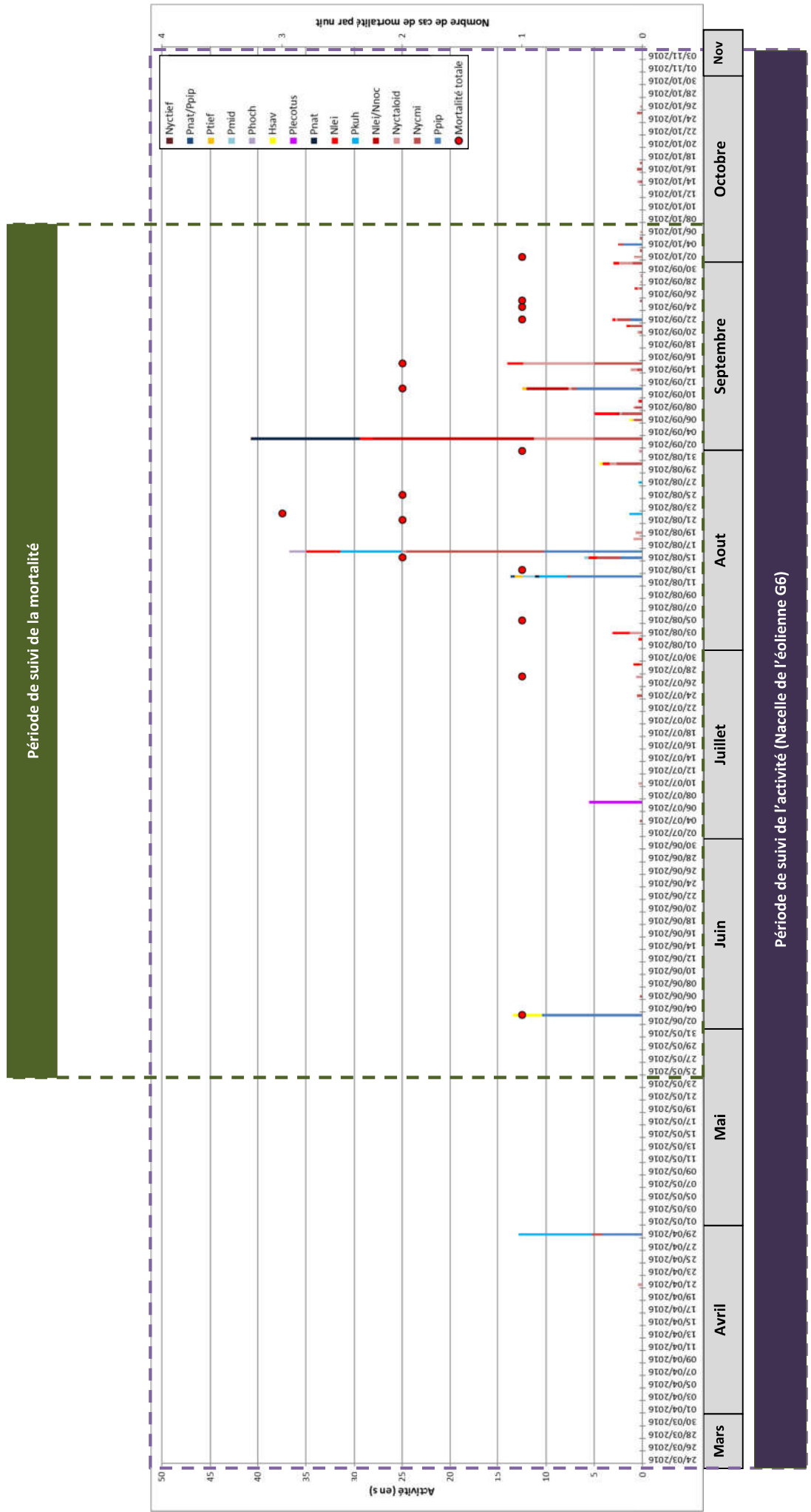
Au-delà de ce dernier point, si nous restons sur la perception de correspondances assez fines entre les dates d'activité et de mortalités, on remarquera que la plupart des pics d'activité correspondent avec des cas de mortalité, en revanche certaines périodes d'activité n'impliquent pas forcément de mortalité sous les éoliennes. Si ce rapport de cause à effet expliquait tout, nous aurions alors bien plus de mortalités que ce que nous avons découvert au cours de la période de suivi. Finalement, d'autres facteurs de risques jouent donc. On peut aisément penser que l'activité sous une éolienne n'est pas forcément la même que sous les autres éoliennes.

L'année 2016, de par des conditions météorologiques exceptionnellement favorables à l'activité des chiroptères (vitesse de vent plutôt faible, températures plutôt élevées...) a entraîné une mortalité généralement plus importante que les autres années (expérience EXEN sur d'autres suivi dans des départements limitrophes). Il est apparu des pics d'activité assez précoces au printemps par rapport à d'autres années moins favorables et de la même manière plus tardifs à l'automne.

#### 8.2.2 Limiter la fréquentation des chauves-souris autour des éoliennes

Le bureau d'étude EXEN préconise d'éviter autant que possible de recréer des conditions favorables au développement des d'insectes dans l'entourage des éoliennes, ce qui pourrait créer de nouvelles zones de chasse et donc des niches écologiques. Il s'agirait alors d'entretenir ces aménagements par des coupes mécaniques idéalement 2 fois par an en ciblant prioritairement la période fin de printemps / début de l'été (excluant l'utilisation de pesticides).

Figure 64 : Chronologies comparées de l'activité des chauves-souris mesurée au niveau du Batcorder passif et des mortalités constatées en 2016



### 8.2.3 Mesures de régulation de l'activité des éoliennes

L'expérience montre que la régulation de l'activité des éoliennes peut être un moyen particulièrement efficace de réduction du risque de mortalités, tout en limitant la perte de production électrique du parc. L'activité des chauves-souris chute en effet globalement de façon corrélée avec l'augmentation de la vitesse du vent. En limitant l'exploitation du parc sous des seuils de vents faibles, on peut alors « protéger » une partie plus ou moins importante de l'activité des chauves-souris (selon les espèces, leurs comportements vis-à-vis du vent, leur taille et leur abondance sur site).

- **Mesure de régulation des éoliennes sur les parcs de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe**
- Dans notre cas précis, la régulation des machines apparaît comme la dernière mesure permettant de réduire les risques de mortalités liés à l'activité de haut vol ponctuelle des espèces de liasière.

Il s'agirait de prendre en compte l'activité (et la mortalité qui en découle) relevée durant les périodes de fin de printemps / début d'été et à l'automne (mi-mai à mi-juin puis de début août à mi-octobre) où des activités liées à la poursuite en hauteur d'essaimage d'insectes sont très probables. **Un fonctionnement des éoliennes ciblées uniquement sur les périodes de vents les plus forts et de températures faibles à ces périodes de l'année** devrait ainsi permettre de réduire le risque de collision, de façon plus ou moins significative en fonction des modalités de régulation.

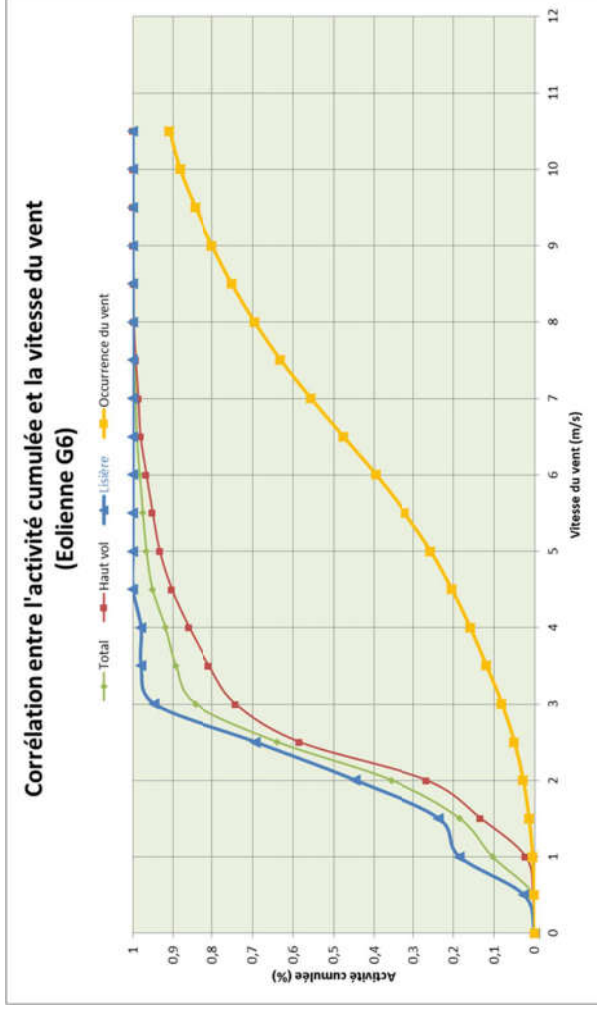
Le bridage retenu par l'exploitant va se baser sur le suivi en hauteur sur éolienne réalisé en 2016.

- Influence de la vitesse du vent

L'activité cumulée des chauves-souris diminue généralement avec la vitesse de vent, mais il faut rester prudent sur des perspectives de phénomènes ponctuels particuliers moins sensibles à ce paramètre. Aussi, les mesures de bridage que l'on peut ainsi envisager pour diminuer les risques de mortalité doivent donc être considérées comme des mesures de réduction de risque et non d'évitement.

En ce qui concerne la problématique de l'activité de chasse en hauteur, il est possible de préciser le niveau d'activité cumulée par groupe d'espèces qui pourrait ainsi être « protégée » par ce type de régulation sur la base de l'activité cumulée mesurée en 2016 au niveau du Batcorder en éolienne. L'état initial montre que ce type d'activité est le plus souvent corrélée avec des conditions météorologiques particulières et notamment la vitesse du vent. Les courbes de corrélation de la figure suivante distinguent ainsi l'analyse pour les deux principaux groupes d'espèces sur le site (espèces de haut vol et espèces de liasière).

Figure 65 Corrélation inverse entre la vitesse du vent et l'activité cumulée des chauves-souris au niveau du Batcorder en hauteur (sur la base des données 2016) avec représentée l'occurrence de chaque vitesse de vent sur l'année



Ce graphique montre bien que l'activité des chauves-souris diminue avec la vitesse du vent.

En 2016, on note que 80% de l'activité cumulée des chauves-souris et notamment le groupe des espèces de liasière est enregistrés pour des vitesses de vent inférieures à environ 3 m/s alors que pour les espèces de haut vol il s'agit de vitesses de vent inférieures à environ 3,5 m/s.

Afin de prendre en compte les impacts autant quantitatifs que qualitatifs au niveau des chiroptères, une augmentation de ce seuil à 4 m/s permettrait de prendre en compte 85% de l'activité des espèces de haut vol (dont la Noctule de Leisler) et plus de 95% de l'activité des espèces de liasière (dont les pipistrelles).

**On considérera donc que si les éoliennes n'exploitent pas de vents inférieurs à 4 m/s lors des périodes les plus sensibles, les risques seront théoriquement limités à environ 15% des situations à risques pour les espèces de haut vol et 5% pour les espèces de liasière.**

- Influence de la température

La température apparaît également comme un paramètre majeur susceptible d'influencer l'activité des chauves-souris et donc les conditions de risque de collision avec les pales d'éoliennes.

Utiliser ce paramètre comme facteur de bridage des éoliennes pour limiter les risques de mortalités des chauves-souris devrait être efficace lorsque leur activité est liée à un comportement de chasse d'insectes, mais probablement moins lors de comportements « déconnectés » des insectes (comportements sociaux, transits, migrations).

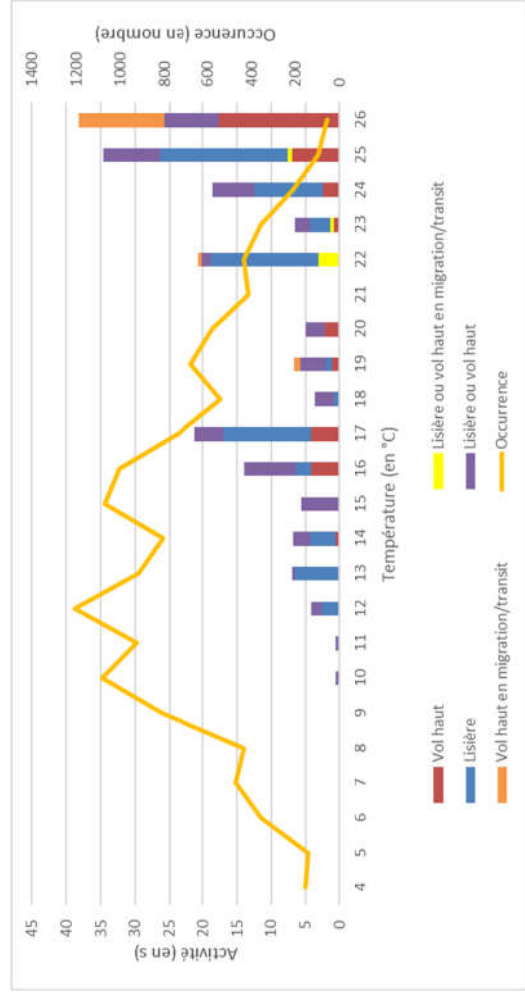
Dans notre cas précis, l'histogramme suivant montre que l'activité des chauves-souris a été relevée pour des températures comprises entre 10 et 26°C. L'activité des chauves-souris en hauteur est plus importante à partir d'une température de 12°C. En pourcentage d'activité, près de 95% de l'activité des chauves-souris s'effectue par des températures supérieures à environ 12°C et 80% par des températures supérieures à environ 17°C.

L'activité mesurée par les températures les plus faibles (jusqu'à 10°C) correspond à des contacts du groupe des Sérotules (probablement Noctule de Leisler). Ces contacts ont eu lieu durant les mois de septembre, octobre ou avril, période probable de migration pour cette espèce. Il s'agit donc d'une activité certainement déconnectée de l'influence des conditions météo.

Rappelons que la plupart des pics d'activité (dont les 2 plus importants du 16 août et du 3 septembre) sont apparus avec des températures importantes (supérieure à 22°C).

**Aussi, nous considérons que ce seuil de 12°C pourrait être pris en compte comme un deuxième paramètre de bridage avec la vitesse de vent. Autrement dit, il ne semble pas justifié d'arrêter les éoliennes pour des températures inférieures à 12°C, même si les vents sont inférieurs au plafond de bridage par vitesse du vent.**

Figure 66 Histogramme représentant l'activité en fonction de la température au niveau du Batcorder en hauteur (sur la base des données 2016)



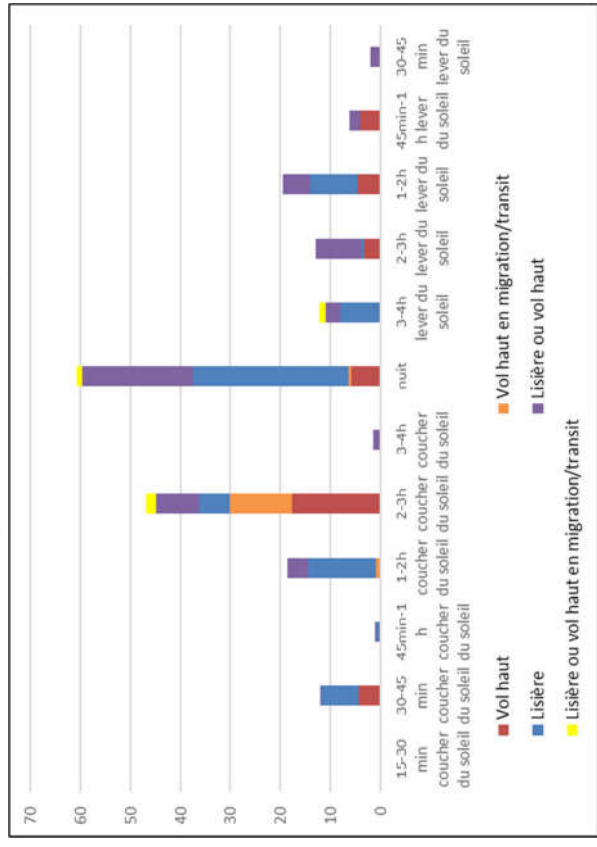
- Rythme d'activité

Le rythme d'activité nocturne est également pertinent à analyser pour apprécier si les conditions de risques peuvent aussi varier au cours de la nuit. Ce paramètre dépend de chaque site et notamment de la proximité des gîtes diurnes et des fonctionnalités du site pour les chauves-souris. Pour les sites situés proches de zones de repos diurnes, l'activité sera surtout concentrée sur les heures de début et de fin de nuit correspondant aux phases de sorties et de retours aux gîtes. Pour des sites plus éloignés utilisés alors plutôt comme zones de chasse ou de transit, l'activité peut-être plus de milieu de nuit. Là encore, cette appréciation dépend aussi des espèces, et des phénoménologies. Il est généralement indiqué dans la littérature que l'activité des chauves-souris est plus importante en début et en fin de nuit, mais ce constat est souvent erroné lors de suivis de projets éoliens qui sont le plus souvent éloignés des secteurs de gîtes.

Dans notre cas précis, l'histogramme suivant montre que globalement, sur la période de suivi de 2016, l'activité des chauves-souris est plus importante en milieu de nuit mais elle commence à être plus importante 30 min après le coucher du soleil et diminue à partir de 1h avant le lever du soleil. L'activité relevée entre 1h après le coucher du soleil et 1h avant le lever du soleil représente plus de 85 % de l'activité totale enregistrée au niveau du Batcorder en éolienne. Rappelons que l'activité prise en compte ici est celle qui a été mesurée toutes les nuits du 24 mars au 3 novembre 2016, ce qui représente un total de 226 jours de suivi. Il sera retenu une régulation entre 1h après le coucher du soleil et 1h avant le lever du soleil.

L'histogramme ci-dessous permet de visualiser les horaires d'activité.

Figure 67 Décomposition du rythme nocturne d'activité cumulée des chauves-souris au niveau du Batcorder en éolienne (sur la base des données 2016)



- Période retenue

La période durant laquelle la régulation devrait être mise en place correspond avec les périodes de surmortalité relevées sur le site en 2016 (soit fin de printemps / début d'été et automne).

Les modalités d'apparition du pic de mortalité relevé début juin sont certainement dues à la présence d'essaimage d'insecte fréquent lors de cette période de premières chaleurs. Il s'agirait donc de prendre en compte cette fonctionnalité dans le plan de régulation des éoliennes. L'expérience EXEN montre que cette période de premières chaleurs peut avoir lieu de mi-mai (si elle est précoce) à mi-juillet (si elle est tardive). Dans notre cas précis, le pic d'activité ayant eu lieu début juin, il semble judicieux de préconiser une régulation 15 jours avant et 15 jours après ce pic afin de prendre en compte les aléas climatiques. **Il s'agirait donc de réguler les éoliennes sur cette période allant de mi-mai à mi-juin.**

La mortalité relevée à l'automne est assez régulière et correspond bien avec une plus forte activité sur cette même période. **Il s'agira donc de réguler les éoliennes sur cette période automnale allant de début aout à mi-octobre.**

- Eoliennes concernées

Les éoliennes concernées seront naturellement celles qui ont été l'objet de cas de mortalité soit en 2015, soit en 2016. Seules les éoliennes C1, C5 et C6 n'ont pas été le siège de cas de mortalité ni en 2015, ni en 2016.

De ce fait, les éoliennes concernées seront en premier lieu C2, C3, C4, G1, G2, G3, G4, G5 et G6.

- Précipitations

La présence d'averses continues limite aussi largement l'activité des chauves-souris. Là encore, ce type de perception dépend du niveau des précipitations, des espèces et des modalités de fréquentation du site. Pour une activité de chasse, la pluie intense limite considérablement l'activité des insectes proies et limite donc les possibilités d'alimentation. Elle contribue aussi à refroidir les chauves-souris qui doivent dépenser plus d'énergie pour se réchauffer. Mais une faible pluie peut permettre encore une certaine activité des insectes et donc des chauves-souris.

Aussi en ce qui concerne le bridage à envisager, nous pouvons retenir la possibilité de ne pas brider les éoliennes lors de conditions d'averses notables. Nous proposons alors de considérer comme « averses notables » des précipitations à la fois continues dans le temps (pour une durée > 15 min) et marquées en intensité (> 5 mm/h). Autrement dit, les mesures de bridages pourront être levées après 15 minutes de pluie > 5 mm/h.

- Pattern de bridage préconisé

Finalement, au vu des analyses précédentes, et des situations les plus favorables à l'activité des chauves-souris localement, le bureau d'étude EXEN préconise un premier scénario de pattern de bridage selon les conditions suivantes :

- **Vitesses de vents inférieures à 4 m/s** (à hauteur de moyen des éoliennes),
- **Températures supérieures à 12°C.**
- **De 1h après le coucher du soleil à 1h avant le lever du soleil,**
- **Période du 15 mai au 15 juin puis du 1<sup>er</sup> aout au 15 octobre,**
- **Uniquement pour les éoliennes C2, C3, C4, G1, G2, G3, G4, G5 et G6.**
- **Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable.**

Le pattern décrit dans ce scénario 1 représente un pattern optimisé afin de limiter les impacts des parcs éoliens sur les chiroptères tout en limitant aussi la perte de production.

- o Scénario 2 :

Au vu des analyses précédentes, et des situations les plus favorables à l'activité des chauves-souris localement, le bureau d'étude EXEN préconise un second scénario de pattern de bridage selon les conditions suivantes :

- **Vitesses de vents inférieures à 4 m/s** (à hauteur de moyen des éoliennes),
- **Températures supérieures à 12°C,**
- **De 1h après le coucher du soleil à 1h avant le lever du soleil,**
- **Période du 15 mai au 15 juin puis du 1<sup>er</sup> aout au 15 octobre,**
- **Pour l'ensemble des éoliennes des 3 parcs éoliens,**
- **Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable.**

Le pattern décrit dans ce scénario 2 représente un pattern moins optimisé. Il permettra une meilleure prise en compte des impacts sur les chiroptères du fait de la mise en place de la régulation sur l'ensemble des éoliennes des 3 parcs. Mais la perte de production sera alors plus importante.

#### ■ Bilan

Ces patterns de conditions de bridages doivent permettre de couvrir une très large majorité de l'activité des chauves-souris sur le site et ainsi réduire significativement les risques de mortalité.

Néanmoins, si ce bridage est mis en place, il pourrait être opportun d'en faire vérifier son efficacité. Cette vérification serait alors basée à nouveau sur un suivi de la mortalité au droit des éoliennes, axé prioritairement sur la période automnale.

Ce suivi au sol devrait alors si possible être couplé au suivi de l'activité en hauteur. En effet, si une surmortalité (ou sous-mortalité) est constatée, seule l'analyse de l'activité en hauteur permettra d'apprécier les conditions pour lesquelles cette mortalité aura été occasionnée. Sur cette base, il serait alors envisageable de faire éventuellement évoluer les seuils de régulations mis en œuvre initialement (à la hausse ou à la baisse, ou en essayant de l'optimiser en ajoutant des paramètres tels que la direction du vent...) selon les critères climatiques et l'activité relevée en hauteur durant le suivi de mortalité.

Le suivi de la mortalité permettrait aussi de confirmer l'absence de cas de mortalité sur les éoliennes non régulées lors du scénario 1 (C1, C5 et C6) si ce scénario n'était pas retenu

## 9 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Un suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris a été réalisé sur les parcs éoliens de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe par le bureau d'étude EXEN missionné par RES. Le suivi s'est déroulé de mi-mai à mi-octobre. Parallèlement à ce suivi des mortalités, un suivi d'activité des chiroptères au niveau d'une nacelle d'éolienne a été réalisé. Ce suivi s'est effectué en continu sur une période allant de mi-mars à début novembre.

### ■ Suivi de mortalité des chiroptères

Finally, à propos de la mortalité des chiroptères, nous retiendrons principalement des résultats de ce suivi les points suivants :

- 22 cas de mortalité découverts en 2016 dont 11 cas au niveau des éoliennes prospectées avec un suivi complet (G3, G4, G5 et G6) et 11 cas au niveau des 8 autres éoliennes prospectées avec un suivi allégé en 2016.
- 9 cas de Pipistrelle commune, 5 cas de Noctule de Leisler, 2 cas de Vespère de Savi et 6 cas de pipistrelles non identifiées précisément.
- Des périodes de mortalité ponctuelles (1 cas découvert début juin et 21 cas découverts de fin juillet à début octobre) qui semblent correspondre avec de probables pics d'activité des chiroptères en hauteur entraînés par la chasse d'essaimages d'insectes en altitude à la faveur de conditions climatiques particulières.
- Un taux de mortalité plutôt qualifié d'élevé (estimé à environ 13 à 17 mortalité par éolienne et par an) par rapport à ce qui est observé sur d'autres parcs éoliens en France ou en Europe.
- A noter toutefois que l'année 2016, de par des conditions météos exceptionnellement favorables à l'activité des chiroptères (vitesse de vent plutôt faible, températures plutôt élevées...) a entraîné une mortalité généralement plus importante que les autres années (expérience EXEN sur d'autres suivi dans des départements limitrophes ; la mortalité observée sur le parc en 2015 étant effectivement sensiblement inférieure).

### ■ Suivi de mortalité des oiseaux

En ce qui concerne le suivi de mortalité des oiseaux en 2016, nous pouvons retenir les points suivants :

- 4 cas de mortalité d'oiseaux découverts en 2016.
- Seulement 3 espèces retrouvées : l'Hirondelle de fenêtre (2 cas), le Bouvreuil pivoine (1 cas) et le Gobemouche noir (1 cas).
- Les espèces impactées devaient être migratrices (Hirondelle de fenêtre et Gobemouche noir) ou nicheuses (Bouvreuil pivoine) à proximité immédiate du site. L'hirondelle et le Gobemouche font

partie des espèces migratrices régulièrement exposées au risque de collision en période automnale (LPO, Marx 2017).

- Un taux de mortalité plutôt modéré à faible par rapport aux résultats des suivis sur d'autres parcs éoliens en France (estimé à environ 3-4 cas par éolienne et par an).

### ■ Suivi de l'activité des chiroptères

En ce qui concerne l'activité des chiroptères, elle a été mesurée du 24 mars au 3 novembre sur l'éolienne G6. Un total de 226 nuits de suivi a été réalisé. Lors de ce suivi, nous pouvons retenir les points suivants :

- Une activité très faible en période printanière (un pic d'activité fin avril).
- Une activité qui augmente légèrement en fin de printemps et début d'été (un pic d'activité début juin notamment).
- Une activité qui continue d'augmenter en automne avec une régularité plus importante.
- Une diversité d'espèce moyenne avec principalement la Pipistrelle commune, la Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Kuhl et le Vespère de Savi.
- Les pics d'activité sont caractérisés par des séquences de chasse laissant penser à une exploitation d'essaimages d'insectes en hauteur.

### ■ Niveau d'impact des parcs éoliens de Cuxac-Cabardès, Grand-Bois et Lacombe sur les oiseaux et les chauves-souris

**En ce qui concerne l'avifaune, l'impact quantitatif est faible du fait d'un taux de mortalité assez faible. Au niveau qualitatif, l'impact peut aussi être défini comme faible.**

**En ce qui concerne les chiroptères, l'impact quantitatif est modéré à fort du fait d'un taux de mortalité élevé. La fourchette de taux de mortalité correspondrait effectivement à des résultats obtenus sous des parcs éoliens dont l'impact peut être qualifié de modéré mais dans la fourchette haute. Concernant l'impact d'un point de vue qualitatif, la Noctule de Leisler serait l'espèce dont les populations seraient le plus touchées, suivi de la Pipistrelle commune et de la Noctule commune (voire de la Pipistrelle de Nathusius dont aucun cas de mortalité n'a été découvert sur le site). **En définitive, concernant les chiroptères, la mortalité relevée constitue une anomalie (tant sur le plan quantitatif que qualitatif) qui devra être prise en compte par des mesures correctives.****

#### ■ **Mesures et perspectives**

Devant les impacts mesurés par les suivis réalisés en 2016, le bureau d'étude EXEN préconise la réalisation de plusieurs mesures au niveau des parcs éoliens :

- La poursuite de l'entretien des abords des éoliennes afin de ne pas créer d'habitat qui pourrait attirer les chiroptères.
- La mise en place d'une régulation des machines selon le pattern suivant :
  - Vitesses de vents inférieures à 4 m/s (à hauteur de moyeu des éoliennes),
  - Températures supérieures à 12°C,
  - De 1h après le coucher du soleil à 1h avant le lever du soleil,
  - Période du 15 mai au 15 juin puis du 1er août au 15 octobre,
  - Uniquement pour les éoliennes C2, C3, C4, G1, G2, G3, G4, G5 et G6 (voire si possible l'ensemble des 12 éoliennes pour une meilleure prise en compte des impacts),
  - Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable.
- Dans l'idéal, la reconduite d'un suivi de mortalité ciblé (dont les modalités sont à préciser) et qui permettrait de :
  - Contrôler l'efficacité des mesures de régulation (niveaux des différents seuils, éoliennes à réguler...),
  - Préciser l'impact au niveau des éoliennes C1, C5 et C6 (selon le scénario de pattern de bridage retenu).
- Parallèlement à ce suivi de mortalité, un suivi de l'activité en hauteur est préconisé pour vérifier l'efficacité de la régulation et pour éventuellement modifier les paramètres de régulations à la hausse ou à la baisse selon les impacts relevés.

## BIBLIOGRAPHIE

- **ADOMEIT U., WILLUTZKI F., BRINKMANN R., NIERMANN I., BEHR O.** (2009) : Caractérisation de l'activité des Chiroptères à proximité des éoliennes à l'aide d'enregistrements stéréoscopiques à infrarouge. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **ARNETT E.B., SCHIRMACHER M.R., HUSO M.M.P. & HAYES J.P.**, 2009. Patterns of bat fatality at the Casselman Wind Project in south-central Pennsylvania. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Commission. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA, 60 p.
- **ADAMS A M., JANTZEN M K., HAMILTON RM., BROCKETT FENTON M.** (2012) – Do you hear what I hear ? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution* 2012, 3, 992-998.
- **ALBOUY S., DUBOIS Y. & PICQ H.** (1997-2001) Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude). ABIES, LPO Aude, ADEME, 59 p. + annexes.
- **ANDRE Y.** (2005) – Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. (avril 2005 en cours de validation MEDD) – LPO, 21 p.
- **ARTHUR L., LEMAIRE M.** (2009) – Les chauves-souris de France, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- **BAERWALD E.F., D'AMOURS G.H., KLUG B.J., BARCLAY R.** (2008) - Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. University of Calgary, Calgary
- **BARCLAY, R.M.I.R., BAERWALD, E.F., AND GRUVER, J.C.** (2007). Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Can. J. Zool.* 85, 381–387.
- **BEHR, O., NIERMANN, I., MAGES, J., BRINKMANN, R.** (2009): Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen: Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen: 06.09.2009; Hannover
- **BERGEN F.** (2001), Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vogel im Binnenland. 283 p.
- **BEUCHER Y.** (2007), Suivi évaluation de l'impact sur les oiseaux du parc éolien de Ségur (12). Campagne 2007, première année d'exploitation. 66p.
- **BEUCHER Y. KELIM V., GEYELIN M. PICK D.** (2010) - Parc éolien de Castelnaud-Pégayrols (12) ; suivi évaluation post-implantation de l'impact sur les chauves-souris. Bilan de campagne de la première et de la deuxième année d'exploitation (2009 2010).
- **BEUCHER Y., ALBESPY F., MOUGNOT J.** (2012) - Projet éolien de Gelles et Heume l'Eglise (63) Focus sur la Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780). Prospections complémentaires visant la localisation de gîtes et la précision des enjeux. 62 p.
- **BUREAU DE COORDINATION ENERGIE EOLIENNE** (2009) — Méthodes pour l'analyse et la réduction du risque de collision de chiroptères avec des installations éoliennes terrestres. Synthèse de congrès chauves-souris. Hanovre, 9 juin 2009. 5 p.
- **CORNUT J. VINCENT S.** (2010) – Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du Sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme. 39 p.
- **COSSON, M., DULAC, P.** (2004) : Suivi Évaluation de l'impact du parc Éolien de Bouin, 2003 : Comparaison État initial et fonctionnement des Éoliennes. A.D.E.M.E. Pays de la Loire, Région Pays de la Loire, L.P.O., Rochefort, 91 p.
- **De LUCAS M., JANSSE G.F.E., FERRER M.** (2007) – Birds and wind farms, Risk assessment and mitigation. Quercus publishing compagny. 275p.
- **Dachverband der deutschen Natur- und Umweltschutzverbände (DNR)** (2005). Pour une exploitation de l'énergie éolienne respectueuse de la nature et de l'environnement en Allemagne (onshore). Traduction du Bureau de coordination énergie éolienne/ Koordinationssstelle Windenergie e.V. 166 p.
- **DEJEAN S.** (2007) – Clé de détermination des chauves-souris de Midi-Pyrénées – En main-Cren/Gcmp DS. 16 p.
- **DIETZ C., Von HELVERSEN O.** (2004) – Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe. Version 1. Tuebingen & Erlangen (Allemagne). Traduction JC Louis. 56 p.
- **DUBOURG-SAVAGE M.-J.**, (2005) : Impact des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité, Arvicola XVI n°2, SFEPM.
- **DUBOURG-SAVAGE M.-J., BACH ET AL.** (2005) : Report of the intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. Eurobats10th Meeting of the Advisory Committee Bratislava, Slovak Republic, 25 – 27 April 2005
- **DULAC, P.** (2008) : Évaluation 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.
- **DURR Tobias** (2016) Synthèse de bilan de suivi de la mortalité sous les éoliennes d'Allemagne et d'Europe, bilan de décembre 2016.
- **EXO, K.-M., O. HÜPPOP et S. GARTHE.** 2003. « Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology », *Wader Study Group Bull.* 100:50-53
- **GEROUDET P. & CUISIN M.** (2000)- Les rapaces d'Europe diurnes et nocturnes. Editions Delachaux et Niestlé. 446p.
- **GENSBOL B.** (2004) – Guide des rapaces diurnes, Europe, Afrique du Nord et Moyen Orient – Coll° Les guides du naturaliste – Ed° Delachaux et Niestlé. Paris. 403 p.
- **Groupe Chiroptères de la SFPEM**, 2016. – Suivi des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères, Version 2.1 (février 2016). Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères, Paris, 17 pages
- **HORN, J., ARNETT, E., KUNZ, T.** (2008) : Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(1):123-132. 2008
- **HÖTKER H.** (2006). NABU. The impact of repowering of wind farms on birds and bats. 38p.
- **HÖTKER H., THOMSEN K-M, JEROMIN H.** (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats. NABU Michael-Otto-Institut. 65 p.
- **HUSO M.**, 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmental metrics*. 19 p.
- **KINGSLEY et WHITTAM** (2007) – Les éoliennes et les oiseaux : Revue de la documentation pour les évaluations environnementales. 93p.



- **KORN M., STÜBING S.** (2003) - Regionalplan Oberpfalz-Nord – Ausschlusskriterien für Windenergieanlagen im Vorkommensgebiet gefährdeter Großvogelarten. Stellungnahme des Büros für faunistische Fachfragen. 56p.
- **KORNER-NIEVERGELT F., KORNER-NIEVERGELT P., BEHR O., NIERMANN I., ROBERT BRINKMANN R. & HELLRIEGEL B.**, 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*. 17 : 350-363.
- **KINGSLEY A., WHITTAM B.** (2007), - Les éoliennes et les oiseaux, revue de la littérature pour les évaluations environnementales. Version provisoire du 2 avril 2007. *Etudes d'Oiseaux Canada* pour Environnement Canada/ Service Canadien de la Faune. 93 p.
- **KUNZ, T., ARNETT, E.B., WALLACE P, ERICKSON, W.P., HOAR, A.R., JOHNSON G.D., LARKIN, R.P., STRICKLAND, THRESHER, R.W., TUTTLE, M.D.** (2007): Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ* 2007; 5(6): 315–324.
- **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. Informe Técnico. Dirección General de Medio Ambiente. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra.
- **MADDERS M. & WHITFIELD D.P** (2006) – Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. Art. 148 43-56 of Ibis, British Ornithologists' Union. 14 p.
- **MARMET J.** (2014) Cahier technique d'identification des chiroptères (2014)...
- **MARX G. - LPO** (2017) - Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015. 92 p.
- **MEEDDAT** (2010) - Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010. 188p + annexes techniques.
- **MULLARNEY K., SVENSSON L., ZETTERSTRÖM D., GRANT P. J** (2004) - Le guide ornitho — Delachaux et Niestlé — Paris - 398 p.
- **NEOMYS, CPEPESC-Lorraine et COL** (2012) – Définition et cartographie des enjeux avifaunistiques et chiroptérologiques vis-à-vis des éoliennes en Lorraine. 70p.
- **Niermann, I., Brinkmann, R., Korner-Nievergelt, F. & Behr, O.** 2011. Systematische Schlagopfersuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. - In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (Eds.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Cuvillier Verlag, Göttingen, Germany, Umwelt und Raum. 4 : 40-115.
- **NIERMANN I., BRINKMANN R., BEHR O., KORNER-NIEVERGELT F., MAGES J.** (2009) : Recherche systématique de cadavres –conditions méthodologiques, méthodes d'analyses statistique et résultats. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **ROCAMORA G., YEATMAN-BERTHELOT D.** (1999) - Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouge et priorités. Société d'Etudes ornithologiques de France / Ligue pour la protection des oiseaux. Paris. 560p.
- **SANE F. CHRISTOPHE F., MERLY S. (ALEPE)** (2012) - Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Patau sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : bilan des 3 années de suivi (2008-2009-2010). 110 p.

- **THIOLLAY JM., BRETAGNOLLE V.** (2004) – Rapaces nicheurs de France ; distribution, effectifs, conservation. - Coll° Les guides du naturaliste - Ed° Delachaux et Niestlé. Paris. 175 p.
- **ULDRY V. (2013)** – Comparaison entre deux détecteurs d'ultrasons automatiques (Batcorder et Batlogger) dans le domaine de l'éolien. 36 p.
- **WHITFIELD D.P. & MADDERS M.** (2006) – A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. Natural research information note 1 (revised). Aberdeen. 32 p.
- **WHITFIELD D.P. & MADDERS M.** (2005) – Flight height in the hen harrier *Circus cyaneus* and its incorporation in wind turbine collision risk modelling. Natural research information note 2. Aberdeen. 13 p.

## ANNEXES

9.1 Annexe 1 : fiche de relevé de terrain

<b>Chercheur :</b>	Météo (%couvert, pluie...)		Grages depuis dernière visites ?				
<b>Date :</b>	Vent (direction, force...)						
<b>Heure début suivi :</b>							
<b>Heure fin suivi :</b>							
Durée de prospection	Surface prospectée (%)	Type 4 (%) Non prospectable	Type 3 (%) >30cm	Type 2 (%) <30cm	Type 1 (%) Gravier	Assolement prairie, pâturage, Garrigue...	Rq par éolienne (traces prédét, m maintenance...)
C1	14	Suivi rapide (uniquement le gravier)	14				
C2	14	Suivi rapide (uniquement le gravier)	14				
C3	11	Suivi rapide (uniquement le gravier)	11				
C4	13	Suivi rapide (uniquement le gravier)	13				
C5	12	Suivi rapide (uniquement le gravier)	12				
C6	22	Suivi rapide (uniquement le gravier)	22				
G1	15	Suivi rapide (uniquement le gravier)	15				
G2	13	Suivi rapide (uniquement le gravier)	13				
G3	36	64	0	21	15	Prairie	
G4	26	74	2	8	16	Prairie	
G5	31	69	0	4	27	Prairie	
G6	28	72	0	4	24	Prairie	

CONTEXTE

Oiseau ou Chauve-souris (OIS ou CS)								
Numéro éolienne								
Distance au mat								
Direction/ mat								
Etat (vivant, frais, avancé, sec)								
Mort depuis (nb j)								
Blessure (non/oui et quoi)								
Espèce (ou genre...)								
Taille Avant bras (mm)								
Age (ad, jeune)								
Sexe (male, fem) ?								
Si femalaitante? (mamelles pelées)								
Si fem, gestante ?								

DECOUVERTES IN PROTOCOLE