

## Pièce 3.4d

### *Suivi post-implantation du parc de Feréole*

**EOLE DE LA VAURE**

42 rue de Champagne  
51 240 Vitry-La-Ville



# 1. Check-list

## 1.1 Check-list

# 2. DAE

## 2.1 Dossier d'autorisation environnementale

# 3. Etude d'impact et Résumé non technique

## 3.1 Etude d'impact

## 3.2 Résumé non technique de l'étude d'impact

## 3.3a Etude paysagère

## 3.3b Etude vignoble

## 3.4a Etude écologique

## 3.4b Etude incidence N2000

## 3.4c Rapport de suivi en altitude des chiroptères

## 3.4d Suivi post-implantation du parc de Feréole

## 3.5 Etude acoustique

## 3.6 Courriers exploratoires

## 3.7 Dossier de concertation

# 4. Etude de danger et Résumé non technique

## 4.1 Etude de dangers

## 4.2 Résumé non technique de l'étude de dangers

# 5. Plans

## 5.1 Plans réglementaires

# 6. Présentation non-technique

## 6.1 Note de présentation non technique





**FEREOLE**



Contrôle de la mortalité de l'avifaune et  
des chiroptères en phase exploitation  
Parc éolien de Fère-Champenoise (51)

## TABLE DES MATIERES

Préambule .....	3
Chapitre 1. Méthode .....	3
1.1. Présentation du site d'étude .....	3
1.2. Généralités .....	5
1.3. Protocole d'inventaire.....	8
1.3.1. Prospection.....	8
1.3.2. Evaluation de la surface d'observation efficace.....	9
1.3.3. Informations recueillies sur les dépouilles.....	10
1.3.4. Météorologie .....	11
1.3.5. Limites de l'étude.....	12
1.4. Estimation de la mortalité .....	12
1.4.1. Test d'efficacité (= coefficient correcteur Z).....	13
1.4.2. Test de prédation (= coefficient correcteur P) .....	13
1.4.3. Limite de la méthode .....	13
Chapitre 2. Résultats .....	15
2.1. Evolution temporelle du nombre de cadavres découverts .....	15
2.2. Causes de mortalité.....	16
2.3. Caractéristiques biologiques des espèces impactées .....	16
2.4. Prédation des cadavres.....	17
2.5. Evaluation de la surface d'observation efficace .....	18
2.5.1. sur la période de prospection .....	18
2.5.2. Par éolienne.....	19
2.6. Surface d'observation efficace et nombre de cadavres .....	19
2.6.1. Bilan global.....	19
2.6.2. Détail par éolienne.....	21
Chapitre 3. Estimation de la mortalité .....	25
3.1. Le test d'efficacité (coefficient correcteur Z) .....	25
3.2. Le test de prédation (coefficient correcteur P) .....	25
3.3. Correcteur de surface .....	26
3.4. Estimation du nombre de collision.....	26
3.5. Discussion.....	27
Annexe .....	28

## PREAMBULE

L'objet de ce rapport est la réalisation, par le bureau d'études AIRELE, d'une étude de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris après installation des éoliennes sur le site de Fère-Champenoise (Marne) comprenant 11 éoliennes.

En effet, l'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 stipule que les exploitants de parcs éoliens soumis à autorisation doivent réaliser un « ...suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs. Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole... ».

Ce suivi est d'une durée de 7 mois entre avril et octobre 2014, afin de suivre les périodes de transit printanier, de parturition et de transit automnal des chauves-souris et de migration pré-nuptiale (en partie), de nidification et de migration post-nuptiale des oiseaux.

Il consiste durant cette période à rechercher les cadavres de chauves-souris et d'oiseaux sous les éoliennes. Ce suivi est réalisé à la demande de la société FEREOLE.

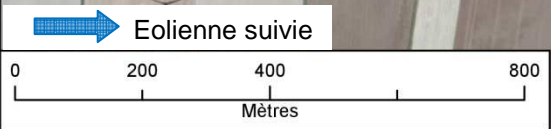
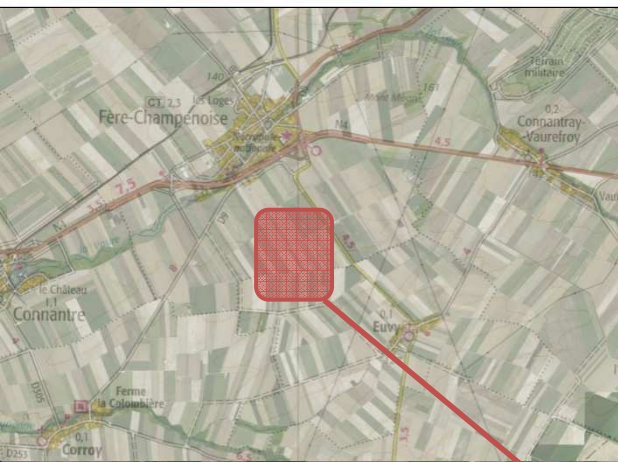
## Chapitre 1. METHODE


### 1.1. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE



Le site concerné par ce rapport se situe dans le Sud-ouest du département de la Marne, sur les communes de Fère-champenoise et Euvy, entre Sézanne et Vitry-le-François.

Il est composé de 11 éoliennes en plaine agricole, disposées en 3 lignes de 3 éoliennes parallèles et une ligne de 2 sur un axe Nord-ouest / Sud-est.

La disposition des éoliennes et leurs identifiants (E1 à E11) est détaillée sur la carte suivante.



 Eolienne suivie

	Parc éolien de Fère-Champenoise (51)	
	Contrôle de la mortalité sur l'avifaune et les chiroptères	
	Localisation du site	

## 1.2. GENERALITES

Si la mortalité aviaire due aux éoliennes est globalement faible par rapports aux autres activités humaines, certains parcs éoliens particulièrement denses et mal placés engendrent des mortalités importantes, avec des risques significatifs sur les populations d'espèces menacées, et sensibles.

A l'échelle d'un parc, même un faible taux de mortalité peut générer des incidences écologiques notables notamment :

- pour les espèces menacées (au niveau local, régional, national, européen et/ou mondial)
- pour les espèces à maturité lente et à faible productivité annuelle.

Les études bibliographiques disponibles indiquent que le taux de mortalité varie de 0 à 60 oiseaux par éoliennes et par an en fonction de la configuration du parc éolien, du relief, de la densité des oiseaux qui fréquentent le site éolien, les caractéristiques du paysage du site éolien et son entourage. La topographie, la végétation, les habitats, l'exposition favorisent certaines voies de passages, l'utilisation d'ascendances thermiques, ou la réduction des hauteurs de vols, ce qui peut augmenter le risque de collision.

Les conditions météorologiques défavorables sont également un facteur important susceptible d'augmenter le risque de collision. C'est notamment le cas pour une mauvaise visibilité (brouillard, brumes, plafond nuageux bas....), et par vent fort.

De ce point de vue, les parcs éoliens de Navarre (Espagne), d'Altamont (USA) et de Tarifa (Espagne) témoignent des situations à éviter : des parcs éoliens particulièrement denses implantés dans des zones riches en oiseaux et/ou sur des axes de migration majeurs.

A titre de comparaison, le réseau routier serait responsable de la mort de 30 à 100 oiseaux par km et par an, le réseau électrique de 40 à 120 oiseaux par km et par an. (source : LPO)

PAYS	Site	Habitat	Espèces présentes	Nombre de turbines	Collisions (oiseaux/turbine/an)
Etats-Unis	Altamont Pass	Secteur avec Ranchs	Rapaces	5000	0.06
Espagne	Tarifa	Collines côtières	Rapaces migrateurs	98	0.34
Etats-Unis	Burgar Flill	landes côtières	Plongeurs, rapaces	3	0.05
Royaume-Uni	Haverigg	Prairies côtières	Pluvier doré, laridés	8	0
Royaume-Uni	Blyth Harbour	Côtes	Oiseaux côtiers migrateurs	8	1.34
Royaume-Uni	Bryn Tylti	landes sur plateaux	Milan royal Faucon pèlerin	22	0
Royaume-Uni	Ccmmacs		Espèces montagnardes	24	0.04
Royaume-Uni	Urk	Côte (sur axe migratoire)	Gibier d'eau	25	1.7
Pays-Bas	Oosterbierum			18	1.8
Pays-Bas	Kreekrak			5	3.4
Royaume-Uni	Ovenden Moor	landes sur plateaux	Pluvier doré, Courlis	23	0.04
Danemark	Tjaereborg	Prairies côtières	Oiseaux d'eau, laridés	8	3
Suède	Näsudden	Interface côtes/cultures	Oiseaux d'eau migrateurs	70	0.7

**Tableau 1.** Taux de collision avec l'avifaune de quelques parcs éoliens (ONCFS, 2004 d'après Percival, S.M. 2000)



Concernant les chauves-souris, les tableaux ci-après présentent la synthèse des chauves-souris retrouvées mortes aux pieds de certaines éoliennes dans différents pays d'Europe entre 2003 et 2012.

**Mortalité connue de chauves-souris par éoliennes en Europe (2003-2013) - informations reçues au 28/08/2014**

Espèces	AT	BE	CH	CR	CZ	DE	ES	EE	FI	FR	GR	IT	LV	NL	NO	PT	PL	SE	UK	Total
<i>Nyctalus noctula</i>	24				3	716	1			12	10					1	5	1		773
<i>Nyctalus lasiopterus</i>							21			6	1					8				36
<i>N. leisleri</i>			1		1	108	15			39	58	2				206				430
<i>Nyctalus spec.</i>							2									16				18
<i>Eptesicus serotinus</i>					7	43	2			14	1			1		0	3			71
<i>E. isabellinus</i>							117									1				118
<i>E. serotinus / isabellinus</i>							11									16				27
<i>E. nilssonii</i>						3		2	6				13		1		1	8		34
<i>Vespertilio murinus</i>				5	2	89				6	1		1				3	1		108
<i>Myotis myotis</i>						2	2			2										6
<i>M. blythii</i>							4													4
<i>M. dasycneme</i>						3														3
<i>M. daubentonii</i>						5										2				7
<i>M. bechsteini</i>										1										1
<i>M. emarginatus</i>							1			1										2
<i>M. brandtii</i>						1														1
<i>M. mystacinus</i>						2					2									4
<i>Myotis spec.</i>						1	3													4
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		10			3	431	73			277		1		14		243	1	1		1054
<i>P. nathusii</i>	2	3			2	565				87	34	2	23	7			12	5		742
<i>P. pygmaeus</i>						46				121			1			31	1	1	1	202
<i>P. pipistrellus / pygmaeus</i>			1				483			44	54					35	1			618
<i>P. kuhlii</i>				51			44			81						37				213
<i>P. pipistrellus / kuhlii</i>																19				19
<i>Pipistrellus spec.</i>				13	2	36	20			85	2		2			85			3	248
<i>Hypsugo savii</i>				24		1	44			30	28	10				43				180
<i>Barbastella barbastellus</i>						1	1			2										4
<i>Plecotus austriacus</i>	1					6														7
<i>Plecotus auritus</i>						5														5
<i>Tadarida teniotis</i>							23			1						22				46
<i>Miniopterus schreibersii</i>							2			4						3				9
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>							1													1
<i>Rhinolophus mehelyi</i>							1													1
<i>Chiroptera spec.</i>		1		46		46	320	1		175	8	1				102	2	30	7	739
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>139</b>	<b>20</b>	<b>2110</b>	<b>1191</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>988</b>	<b>199</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>870</b>	<b>29</b>	<b>47</b>	<b>11</b>	<b>5735</b>

AT = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = Rep. tchèque, D = Allemagne ES= Espagne, EE = Estonie, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie, NL = Pays-Bas, NO = Norvège, PT = Portugal, PL = Pologne, SE = Suède, UK = Royaume-Uni

**Tableau 2.** Mortalité induites aux chiroptères par les éoliennes dans différent pays européens (Source : SFEPM 28/08/2014)

% de la mortalité européenne connue, par groupes, pour les espèces les plus impactées (n sp. par genre)	
Nyctalus (noctules, 3)	22%
Eptesicus (sérotones, 3)	6%
Vespertilio (Vespertilion – ou Sérotonine – bicolore)	
Pipistrellus (pipistrelles, 4)	53%
Hypsugo (vespère= ex Pipistrelle de Savi)	

**Tableau 3.** Principaux groupes de chiroptères impactés par les éoliennes

## 1.3. PROTOCOLE D'INVENTAIRE

La mise en place d'une prospection systématique est relativement difficile sur le plan technique. Elle est également très couteuse en temps.

La méthode utilisée ici a pour objectif d'estimer la mortalité réelle à partir d'un échantillonnage en admettant une part d'erreur. Elle permet de réaliser des prospections sur un nombre de machine plus important dans une même journée et par un même observateur. Ceci permet de fournir une vision à l'échelle d'un parc et lorsque les données sont suffisantes, une comparaison entre éolienne.

Le parc présentant 11 éoliennes, il est impossible de prospector les 11 dans une unique journée de travail. Il a donc été choisi de prospector 7 éoliennes, ce choix permettant de cibler les éoliennes qui sont potentiellement les plus impactantes et d'éviter les cultures difficiles à prospector (colza). Les éoliennes E1, E2, E3, E5, E6, E9 et E11 ont ainsi été choisies.

### 1.3.1. PROSPECTION

Cette étape consiste en une recherche de cadavres d'oiseaux et de chiroptères dans un carré de 100m x 100m dont le centre est constitué par une éolienne. La recherche de dépouilles d'oiseaux ou de chauves-souris, ne peut prétendre à l'exhaustivité en raison des limites suivantes :

- les cadavres peuvent disparaître rapidement
- la surface à prospector est importante
- l'observation des cadavres est difficile dans les parcelles cultivées dont la végétation a dépassée une certaine hauteur.

Pour réaliser une prospection optimale, une matérialisation au sol avec des piquets sous forme d'un quadrillage peut aider les prospecteurs à se déplacer de façon régulière sous les éoliennes. Ces piquets sont posés à une distance de 25 mètres chacun sur une longueur de 100 mètres (correspondant à la hauteur moyenne d'une éolienne). La prospection s'effectue à partir de ces lignes appelées transect. Dans notre cas, nous utilisons un GPS manuel.

La distance prospectée parcourue lors de ce suivi est de 600 mètres pour chaque éolienne.

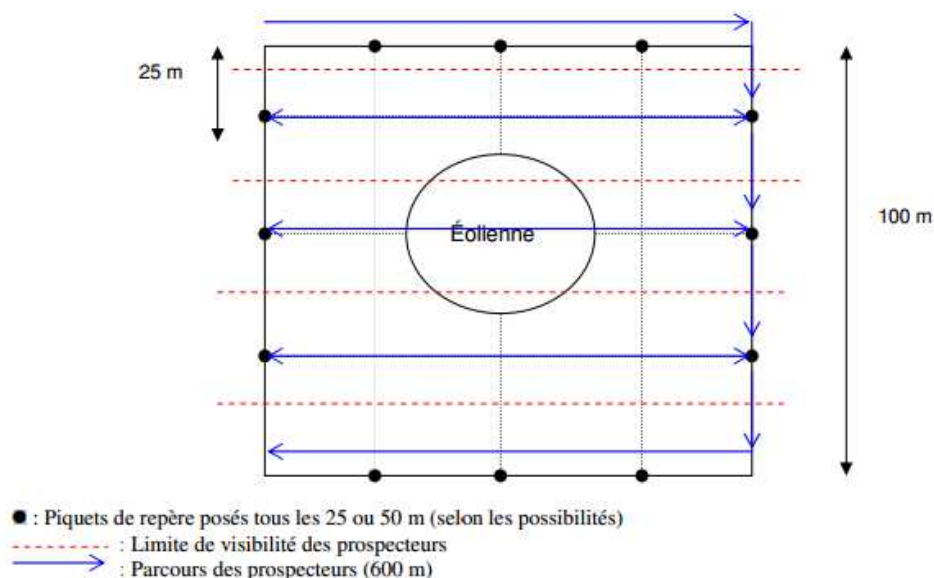


Figure 1 : Schéma de principe de la méthode de prospection

Les sorties sont réalisées par série de 4, réparties sur 2 semaines afin de disposer de données sur la persistance des cadavres face à la prédation pour la période donnée.

### 1.3.2. ÉVALUATION DE LA SURFACE D'OBSERVATION EFFICACE

La probabilité de détection est liée à la surface observable de manière efficace depuis la ligne de transect. Ainsi, elle peut varier de manière importante suivant la hauteur et la densité du couvert végétal. Cette surface sera appelée surface d'observation efficace (SOE).

Cette SOE s'exprime en pourcentage, correspondant à la surface théoriquement prospectable sur le carré de 100x100 mètres défini autour des éoliennes.

Sur les plateformes, la probabilité de détection est très proche de 100%. Cependant dans les parcelles cultivées elle reste très élevée peu de temps après le semi et évolue vers un pourcentage de SOE quasi-nul, voire nul si la densité deviens trop importante.



Figure 2 : Exemple de la couverture végétale pouvant être rencontrée sur place

Afin de l'évaluer au mieux, la SOE a été estimée à partir de la largeur de sol (ou de surface) visible depuis la ligne de transect. Elle correspond à la distance théoriquement visible, et donc prospectable, sur les 25 mètres maximum. Elle s'articule autour des classes de végétation suivante :

Classe de végétation	Largeur efficace (en m)	Indice surface d'observation efficace (% de la surface Totale)
Absente	>25	100
< 5 cm Peu dense	22	88
< 5 cm Dense	18	72
< 5 cm Très dense	12	48
5 - 20 cm Peu dense	12	48

Classe de végétation	Largeur efficace (en m)	Indice surface d'observation efficace (% de la surface Totale)
5 - 20 cm Dense	8	32
5 - 20 cm Très dense	2	8
> 20 cm Peu dense	8	32
> 20 cm Dense	1,5	6
> 20 cm Très dense	0,3	1.2
Non Prospectable	0	0

**Tableau 4.** Indice de surface d'observation efficace

La classe « Non prospectable » correspond à une classe de densité qui ne permet pas à l'observateur de circuler dans la culture en voyant le sol (Ex : champs de colza à partir de la fin du mois de mai), qui compromet sa sécurité (Ex : rémanence de produits phytosanitaires) ou dont le travail du sol a éliminé toute possibilité de détection (Ex : labour du jour).

Bien que la répartition des classes et les largeurs de prospection efficace soient discutables du fait de la variabilité possible et de la difficulté de mesure de manière objective, elles permettent l'établissement d'un indicateur permettant une pondération des données face à ce biais important.

Vu la diversité des classes de végétation possible, sur une même surface à prospector, la représentation de chaque classe est évaluée sur chaque éolienne et à chaque visite afin de disposer d'un indicateur en lien avec les conditions de prospection réelles.

Exemple :

Une éolienne dont la plateforme représente 10% de la surface à prospector, bordée d'un champ de blé de 10-15 cm moyennement dense recouvrant 40% de la surface et d'un champ fraîchement semé recouvrant 50% de la surface. La surface d'observation efficace sera de  $((10\%+50\%) \times 1) + (40\% \times 0,32)$  ; soit un indice de 0,728.

Sur cet exemple, nous pouvons donc dire que 72,8% de la surface a été prospectée de manière efficace.

### 1.3.3. INFORMATIONS RECUEILLIES SUR LES DEPOUILLES

Lors de la découverte d'un cadavre ou d'un reste de cadavre, les informations suivantes sont recueillies dans la mesure du possible :

- Espèce (ou rang taxonomique le plus précis) ;
- Eolienne ;
- Distance du mat (en m) ;
- Orientation par rapport au mat ;
- Sexe ;
- Age ;
- Longueur (en mm) de l'aile pour les oiseaux ou du 5<sup>ème</sup> doigt pour les chauves-souris ;
- Date de la découverte ;
- Date de la mort présumée (imprécision variable, pour usage indicatif) ;
- Date de la disparition supposée ;
- Cause de la mort (Eolienne, Prédation, Indéterminée, Autre) ;
- Cause de la disparition (Prédation, Décomposition, Travail du sol, Indéterminée, Autre) ;

- Toute information importante pour l'identification, l'origine de la mort, ou l'origine de l'oiseau (Bague, mesures biométriques complémentaires, conditions migratoires, présence de blessures ou traumatismes) ;
- Photos ou croquis pour identification.

### 1.3.4. METEOROLOGIE

La météorologie durant la prospection a un impact très minime sur le résultat dans la mesure où l'observateur s'efforce de respecter une vitesse de prospection constante quelles que soient les conditions météorologiques. Les valeurs précises de force du vent n'ont pas été relevées. Elles se basent donc sur les valeurs ressenties, la température a été relevée grâce au thermomètre intégré au véhicule. Elles témoignent ainsi de leur impact sur le confort de l'observateur.

Les dates de visites étant fixées pour une longue durée, elles ne seront décalées qu'en cas de risque pour l'observateur.

Le tableau 5 dresse le bilan des conditions météorologiques durant les sorties effectuées.

Durant les recherches effectuées, une seule prospection a été réalisée sous une pluie fine (le 10/05).

Nous pouvons aussi noter la présence de vent favorable à la migration. La condition optimale de migration étant un vent faible de direction Nord-est pour la migration prénuptiale et Sud-Ouest pour la migration postnuptiale, avec aucune pluie et peu de nébulosité. Trois sorties présentent des conditions de vent favorable en période prénuptiale (les 22/04, 28/04 et 06/05). Cependant les deux dernières présentent une forte nébulosité, facteur également limitant. Aucune condition optimale n'a été observée lors de la période postnuptiale.

La majorité des sorties se sont faites en période difficile pour la migration, cependant il ne s'agit pas d'un élément essentiel, de bonnes conditions pouvant avoir eu lieu lors des journées d'intervalles entre deux sorties.

Date	Température moyenne	Précipitation	Nébulosité	Vent Force	Vent direction
14/04/2014	12°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	E
17/04/2014	13°C	AUCUNE	FAIBLE	FAIBLE	O
22/04/2014	16°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	NE
25/04/2014	16°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	SO
28/04/2014	13°C	AUCUNE	COUVERT	FAIBLE	NE
30/04/2014	14°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	SO
06/05/2014	21°C	AUCUNE	COUVERT	FAIBLE	NE
10/05/2014	14°C	PLUIE FINE	COUVERT	FORT	NE
09/06/2014	14°C	AUCUNE	FAIBLE	MOYEN	S
12/06/2014	27°C	AUCUNE	AUCUNE	MOYEN	SO
16/06/2014	23°C	AUCUNE	FAIBLE	MOYEN	SO
19/06/2014	19°C	AUCUNE	FAIBLE	FAIBLE	SE
16/09/2014	20°C	AUCUNE	FAIBLE	FAIBLE	O
19/09/2014	17°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	N
22/09/2014	9°C	AUCUNE	FAIBLE	FAIBLE	E
25/09/2014	17°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	NE
20/10/2014	16°C	AUCUNE	FORTE	FAIBLE	SE
23/10/2014	12°C	AUCUNE	FORTE	FAIBLE	E
27/10/2014	14°C	AUCUNE	FAIBLE	FAIBLE	N
30/10/2014	15°C	AUCUNE	MOYEN	FAIBLE	N

Tableau 5. Récapitulatif des conditions météorologiques lors des prospections

### 1.3.5. LIMITES DE L'ETUDE

Le nombre de données recueillies est garant de la précision de l'exploitation. En effet d'un point de vue statistique, plus un échantillon est important, plus l'exploitation des données est fiable. Ce facteur, potentiellement problématique et directement dépendant de la mortalité, peut être compensé par un nombre de machines échantillonnées plus important. Lorsque la mortalité ou la découverte de cadavre est faible, l'interprétation n'est possible que sur l'ensemble des machines.

L'intervalle de prospection étant de 3,5 jours (2 passages par semaine), il est important de ne pas prendre en compte les individus de mort plus ancienne dans l'estimation de la mortalité effective. Selon l'espèce et la prédation, les cadavres peuvent rester détectables et identifiables sur une période allant de quelques jours pour les plus petites à plusieurs mois pour les plus grandes.

Bien qu'il soit parfois difficile de déterminer la date de mort d'un cadavre, l'imprécision étant croissante avec le temps écoulé depuis la mort. L'intervalle entre deux prospections appliqué ici est tout à fait correct pour évoluer l'âge d'un cadavre mort entre deux sessions.

## 1.4. ESTIMATION DE LA MORTALITE

Comme l'indique la LPO et Winkelman J, le nombre total d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre d'oiseaux trouvés morts moins ceux dont la cause de la mort n'est pas liée aux éoliennes. Ce chiffre est corrigé par les coefficients d'erreur déterminés au préalable et liés à l'efficacité de la découverte des cadavres et au temps que les prédateurs mettent à faire disparaître le cadavre (voir détermination des coefficients d'erreur). Enfin les unités de mesure sont choisies avec soin en se méfiant de toute extrapolation abusive.

Soit la traduction :

$$N \text{ estimé} = (N_a - N_b) / (P * Z * O * D)$$

$N_a$  est le nombre total d'oiseaux morts trouvés

$N_b$  le nombre d'oiseaux tués par autre chose que les éoliennes (Nombre de cadavres ne présentant pas les symptômes d'une mort par collision ou projection)

$P$  est le taux de prédation sur le site : - si sur 10 cadavres 2 disparaissent en 1 semaine on a :

$$P = 0.8 \text{ (pour une semaine)}$$

-si 5 cadavres disparaissent en 3 semaines on a :

$$P = 0.5 \text{ (pour 3 semaines)}$$

Il est important de choisir le temps d'intervalle des recherches assez court de façon à ce que  $P$  soit le plus proche possible de 1

$Z$  Efficacité du « chercheur de cadavres » : si l'on en retrouve 8/10 on a  $Z=0.8$

$O$  et  $D$  sont des unités de mesure :

$O$  est ici la surface prospectée ou le nombre d'éoliennes surveillées.

$D$  est le nombre de jours de recherche. Il s'agit donc d'un temps qui est difficilement extrapolable à l'année tant les conditions (biologiques et climatiques) sont variables.  $D$  est fonction de  $P$ .

Lors de la présentation des résultats on dira par exemple :

Si on fait un suivi toutes les semaines au mois de juin sur l'ensemble du parc et que  $P=1$  (pour une semaine) et

$Z=0.9$ , si on trouve 3 cadavres liés aux éoliennes, on aura :

$$3 / (1 * 0.9) = 3.33 \text{ oiseaux morts pour huit éoliennes au mois de juin soit :}$$

$$0.41 \text{ oiseaux par éolienne au mois de juin}$$

$P$  et  $Z$  sont les coefficients correcteurs.  $O$  et  $D$  sont les unités de mesure

### 1.4.1. TEST D'EFFICACITE (= COEFFICIENT CORRECTEUR Z)

Dans le cadre de ce projet, un test d'efficacité des chercheurs a été mis en place afin d'obtenir une estimation de la mortalité réelle de l'avifaune et des chiroptères.

Pour ce faire, sont disposées à l'insu des observateurs un nombre connu de carcasses marquées autour d'une ou plusieurs éoliennes. Le nombre de carcasses détectées est ensuite comparé au nombre de carcasses placées sur les lieux.

Les tests ont été effectués d'une manière inopinée afin d'éviter tout biais possible. 20 carcasses-tests, marquées discrètement d'un numéro d'identification unique, ont été utilisées.

Les carcasses-tests de poussin d'environ 10 cm ont été placées au hasard dans l'aire de recherche et leur emplacement a été géoréférencé afin de pouvoir les récupérer si elles ne sont pas trouvées pendant le test. La saison a été prise en considération dans la planification des tests d'efficacité des observateurs afin de tenir compte des différences possibles dans les taux de prédation, les espèces et les taux de décomposition.

Au final, pour le coefficient correcteur Z, en été, les cultures étant sur pied, Z sera plus faible sauf pour certaine culture comme la luzerne qui est coupée en mai et peut-être plus haute en hiver. En hiver (période ne faisant pas l'objet d'inventaire), dans les labours, on sera plus proche de 1. Le nombre de carcasses découvertes par rapport au nombre de carcasses déposées constitue le taux de découverte.

Un test d'efficacité a été effectué au cours du suivi (le 23 octobre). Dans la mesure du possible, les poussins furent placés dans des types d'habitat distincts et spatialement répartis dans le parc éolien afin de déterminer l'efficacité des recherches propres à chaque habitat et type de végétation.

### 1.4.2. TEST DE PREDATION (= COEFFICIENT CORRECTEUR P)

Deux tests de persistances des carcasses ont été réalisés afin de déterminer les taux de prédation. Ces tests ont pour but d'estimer le pourcentage de chauves-souris ou d'oiseaux morts qui sont pris par des prédateurs dans les aires d'étude. Les estimations des taux de persistance des carcasses serviront au rajustement du nombre de carcasses trouvées au cours des suivis afin de corriger le biais de persistance.

Les tests de prédation des carcasses ont été effectués sur la dernière session (début le 20 octobre) et, dans la mesure du possible, pour les différents types d'habitat répartis spatialement dans le parc éolien.

20 carcasses-tests de poussin d'environ 10 cm, marquées discrètement d'un numéro d'identification unique et différent de celles utilisées dans les tests d'efficacité, ont été utilisées. Celles-ci ont été disposées dans les zones susceptibles de recevoir les cadavres d'oiseaux victimes de collision avec les pales (autour des éoliennes). Le taux de prédation a été déterminé en fonction du temps écoulé.

Les carcasses ont été :

- placées en utilisant des gants afin d'éviter les odeurs qui pourraient biaiser les résultats (c.-à-d. attirer ou éloigner les prédateurs, etc.) ;
- suivies, lors de chaque visite concernant le suivi de mortalité, jusqu'à ce qu'elles soient toutes retirées ou jusqu'à la fin de la période des tests de persistance des carcasses.

### 1.4.3. LIMITE DE LA METHODE

Comme l'indique la LPO, la détermination des coefficients d'erreur P et Z est délicate. En effet, ils varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, accoutumance des prédateurs, couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, taille des cadavres...). La détermination de ces coefficients, bien qu'elle soit très importante, n'est donc

pas très fiable. Un investissement considérable en temps est nécessaire à l'établissement de fourchettes d'erreurs fiables (échantillonnage suffisant).

De plus, dans l'interprétation des résultats, il conviendra de différencier les cadavres par leur taille, et ainsi déterminer un P (prédation) et, surtout, un Z (efficacité) pour les oiseaux de petite taille (passereaux et pigeon) et un autre pour les oiseaux de grande taille (rapaces, laridés...).

Ainsi nous avons décidé d'utiliser également d'autres méthodes de détermination disponibles pour évaluer la mortalité afin de pondérer la formule Winkelman / LPO systématiquement majorante et obtenir un résultat optimum.

#### ○ ERICKSON

Cette équation est adaptée de la formule de Winkelman, mais permet de faire le calcul même lorsque le taux de prédation est très élevé (donc le taux de persistance nul). Pour cela, deux paramètres sont ajoutés, I (Fréquence de passage) et tm (durée de persistance en jours).

$$N \text{ estimé} = (Na - Nb) * I / (tm * d)$$

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

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

#### ○ JONES

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

$$P = e^{-0,5 * I / tm}$$

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

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

$$N \text{ estimé} = (Na - Nb) / (a * d * \hat{e} * P)$$

a : coefficient de correction surfacique

$\hat{e}$  : coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à  $(\text{Min } I : \hat{I}) / I$ .

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

#### ○ HUSO

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

$$p = tm * (1 - e^{-1/tm}) / I$$

Soit la même formule que pour Jones :

$$N \text{ estimé} = (Na - Nb) / (a * d * p * \hat{e})$$

Comme pour Jones, I prendra la valeur minimale entre I et  $\hat{I}$ .



## Chapitre 2. RESULTATS

### 2.1. EVOLUTION TEMPORELLE DU NOMBRE DE CADAVRES DECOUVERTS

Lors des 20 sorties réalisées d'avril à octobre, 3 dépouilles d'oiseau ont été découvertes au pied des 7 éoliennes prospectées ainsi que trois cadavres de chauve-souris. Le tableau ci-dessous en dresse un bilan par journée de prospection.

Espèce	14/04/2014	17/04/2014	22/04/2014	25/04/2014	28/04/2014	30/04/2014	06/05/2014	10/05/2014	09/06/2014	12/06/2014	16/06/2014	19/06/2014	16/09/2014	19/09/2014	22/09/2014	25/09/2014	20/10/2014	23/10/2014	27/10/2014	30/10/2014
Alouette des champs			1																	
Pigeon ramier		1																		
Roitelet triple-bandeau																1				
Pipistrelle commune		1																		
Pipistrelle de Nathusius														2						
<b>Total général</b>		<b>2</b>	<b>1</b>											<b>2</b>		<b>1</b>				

**Tableau 6.** Bilan journalier des découvertes de cadavres

Des cadavres ont été découverts en avril et en septembre. Deux mois présentant beaucoup d'activité chez les oiseaux. La migration étant en cours pour un grand nombre d'espèce en cette période

Le mois d'avril représente pour les chauves-souris la période de fin d'hibernation. Les animaux peuvent alors rejoindre leurs sites d'été où ils se nourriront et mettront bas. Il s'agit de la période de transit printanier. De même, le mois de septembre correspond à la période de transit automnal vers les gîtes d'accouplement et plus tard vers les gîtes d'hivernage.

La période de mai - juin correspond à une période difficile de prospection, La végétation ayant atteint la taille de maturité, il était alors de plus en plus difficile de repérer les cadavres. Il s'agit cependant d'une période d'accalmie pour la migration et le transit, les chiroptères étant déjà installés en gîte d'estivage et de mise-bas. Les oiseaux quand à eux sont en période de nidification. Cette période est à risque pour la majorité des espèces. En effet, les individus sont moins attentifs, cherchant à nourrir les jeunes le plus rapidement possible. Les mâles chanteurs ayant des parades comprenant des phases aériennes sont également en danger (Alouette des champs ou rapaces par exemple).

La période de fin octobre est également une période plus calme pour la migration, la majorité des espèces d'oiseaux étant déjà arrivées sur les lieux d'hivernages. Pour ce qui est des chiroptères, l'hibernation a commencée, très peu sont encore visibles à l'extérieur des gîtes.

	Avril		Mai			Juin		Juillet					Aout					Septembre		Octobre											
Semaine	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Cadavres			2	1	0	0				0	0													2	1				0	0	

Tableau 7. Causes de la mortalité par espèces

La tableau 7 présente la répartition des semaines de prospection sur l'année (en rouge) et le nombre de cadavre découvert pour chacune de ces semaines.

## 2.2. CAUSES DE MORTALITE

Sur les six cadavres découverts, tous présentaient des traces de collision.

Espèce	Eolienne	Indéterminée	Total
Alouette des champs	1		1
Pigeon ramier	1		1
Roitelet triple-bandeau	1		1
Pipistrelle de Nathusius	2		2
Pipistrelle commune	1		1
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

Tableau 8. Causes de la mortalité par espèces

## 2.3. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DES ESPECES IMPACTEES

Les espèces impactées peuvent être regroupées en fonction de leur habitat de préférence ou encore de leur activité migratoire. Vu le faible échantillon il est difficile de tirer des conclusions sur ces données. L'exercice reste cependant intéressant.

Sur les 3 oiseaux trouvés, 2 sont des passereaux et 2 sont inféodés à des habitats ligneux.

Parmi les deux espèces arboricoles, le Pigeon ramier est connu pour migrer de jour alors que le Roitelet triple-bandeau est un migrateur principalement nocturne.

Le troisième est un oiseau de plaine, migrant principalement de nuit, l'Alouette des champs.

Ces éléments tendent à montrer un impact sur toutes les biologies d'oiseaux mais avec un échantillonnage de trois cadavres seulement, il est impossible de conclure avec certitude.

Cause de la mort	Espèce	Groupe d'espèce		Activité migratoire			Habitat préférentiel	
		Passereau	Non passereau	Sédentaire	Migrateur nocturne	Migrateur diurne	Habitats ligneux	Plaine
Éolienne	Alouette des champs	X			X	x		X
	Pigeon ramier		X			X	X	
	Roitelet triple-bandeau	X			X	x	X	
<b>Total individus</b>		<b>2</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Tableau 9. Caractéristiques biologiques des oiseaux impactés

La Pipistrelle commune étant un chiroptère, elle se déplace de nuit. Elle est ubiquiste et présente aussi bien en zone boisée qu'en cavité ou en zone urbaine pour ses gîtes estivaux. La chasse se fait préférentiellement dans des habitats ligneux où la nourriture est abondante.

Elle a été découverte en période de transit printanier. Cette période correspond à l'époque où les chauves-souris quittent leurs gîtes d'hiver pour rejoindre celui d'été. La distance entre ces deux gîtes peut dans certains cas contraindre les chauves-souris à parcourir de grande distance.

La Pipistrelle de Nathusius est, comme la majorité des chiroptères, nocturne. Elle se déplace de nuit pour la chasse et les déplacements migratoires (transit). Les deux cadavres découverts se sont fait tuer en période de transit automnal. Il s'agissait probablement d'individus en route vers les gîtes d'accouplement ou d'hivernage. La Pipistrelle de Nathusius est principalement forestière pour toutes les périodes de son cycle biologique. Elle est réputée pour migrer sur de grande distance. Elle peut parcourir plusieurs centaines de kilomètres (voir un millier) entre le gîte d'hivernage et d'estivage. Elle est alors sujette aux collisions avec des éoliennes pendant ces migrations.

## 2.4. PREDATION DES CADAVRES

Nous entendons par prédation la consommation d'un cadavre par un prédateur naturel, que cela entraîne sa disparition ou non.

La prédation par des mammifères carnivores n'a pas été observée sur l'année de suivi. Il y a cependant des prédateurs sur le site, des renards ayant été observés lors des sorties terrain.

Si aucune mort n'est attribuée à la prédation directe, elle est sans aucun doute responsable de la disparition rapide des oiseaux tués par les éoliennes. D'autant que des charognards opportunistes sont présent également sur le site (rapaces, corvidés).

Le Pigeon ramier découvert le 17 avril avait disparu à la sortie suivante le 22 avril. Quant à l'Alouette des champs découverte le 22 avril, des traces de prédation ont été remarquées le 25 avril et elle avait totalement disparu le 28 avril. Ces éléments prouvent la présence de prédateurs.

Le cas de la Pipistrelle est à part. Découverte le 17, elle a été retrouvée à chaque sortie sur toute la période d'avril-mai. Non retrouvé en juin, elle s'est certainement décomposée. Les chiroptères sont plus petits que les oiseaux, le repérage des cadavres par les prédateurs est alors plus compliqué.

Le Roitelet triple-bandeau et les deux Pipistrelles de Nathusius ont demandés une analyse plus précise avec guide d'identification non disponible sur le terrain. Les cadavres ont donc été prélevés ce qui empêche de connaître leur persistance.

Espèce	Prédation	Décomposition	Inconnue	Non disparu
Alouette des champs	1			
Pigeon ramier	1			
Pipistrelle commune		1		
<b>Total général</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		

Tableau 10. Causes de disparition des cadavres

## 2.5. EVALUATION DE LA SURFACE D'OBSERVATION EFFICACE

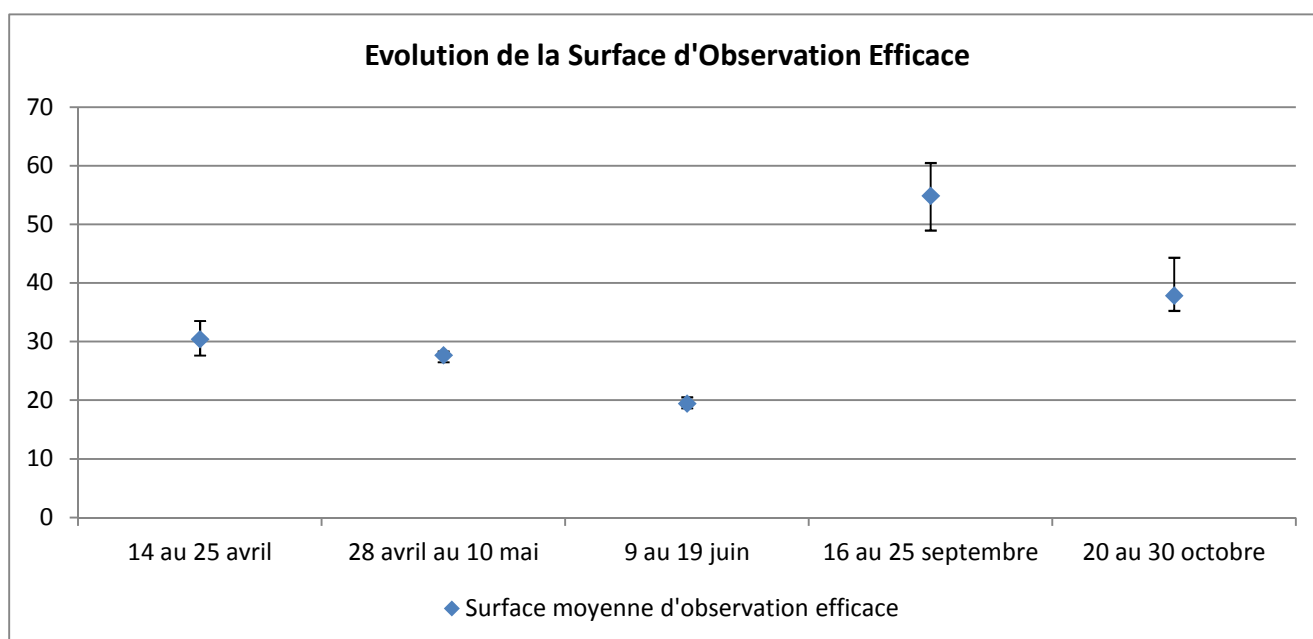
### 2.5.1. SUR LA PERIODE DE PROSPECTION

La surface d'observation efficace s'est avérée très fluctuante durant le suivi. Les cultures en place étant essentiellement des céréales (blé et orge) mais également de la luzerne, une prairie et un champ de betterave.

Au mois d'avril, la couverture végétale est faible voir nulle dans le cas des betteraves ce qui facilite les recherches. Les périodes de mai et juin, période d'épiaison des céréales, se traduisent par une SOE faible. Les céréales sont hautes sur pieds, les semis de printemps grandissent et les cultures fourragères (prairie et luzernes) gagnent en volume. Cependant la fauche de ces deux dernières cultures peut permettre une recherche efficace si elle est proche de la période de prospection.

La période de septembre est caractérisée par une forte SOE, les céréales ont été récoltées, beaucoup de surfaces se retrouvent à nue. De plus en cette période, les semis d'hiver viennent ou sont sur le point d'être semés (colza, céréales) et ne sont alors pas encore sortis du sol. Restent sur pieds les cultures fourragères (prairies, luzernes) et les betteraves récoltées en automne.

En octobre, certaines cultures ont poussées, principalement les colzas, ce qui diminue la SOE. Les cultures fourragères sont toujours en place mais les betteraves ont été récoltées.

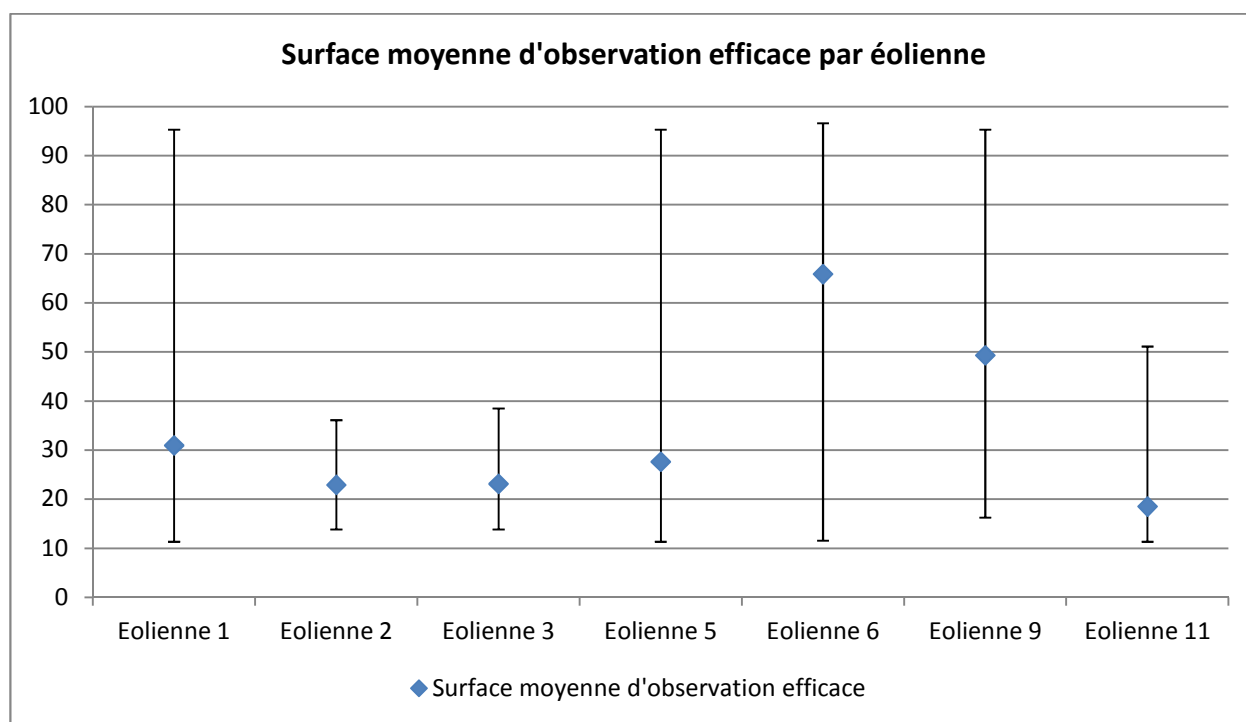


## 2.5.2. PAR EOLIENNE

La variation de la SOE par éolienne est essentiellement due à la culture en place. Nous observons donc des différences notables sur une même éolienne (exprimées par les écarts types) et entre les éoliennes.

Nous pouvons noter que la plupart des éoliennes possèdent des SOE moyennes proches, situées aux alentours de 30 %. La majorité des espèces cultivées présentent une taille et une densité identique, ce qui explique cette proximité dans les chiffres. Les céréales, la luzerne ou encore les plantes prairiales sont toutes denses à très denses avec une taille de maturité supérieure à 20 cm.

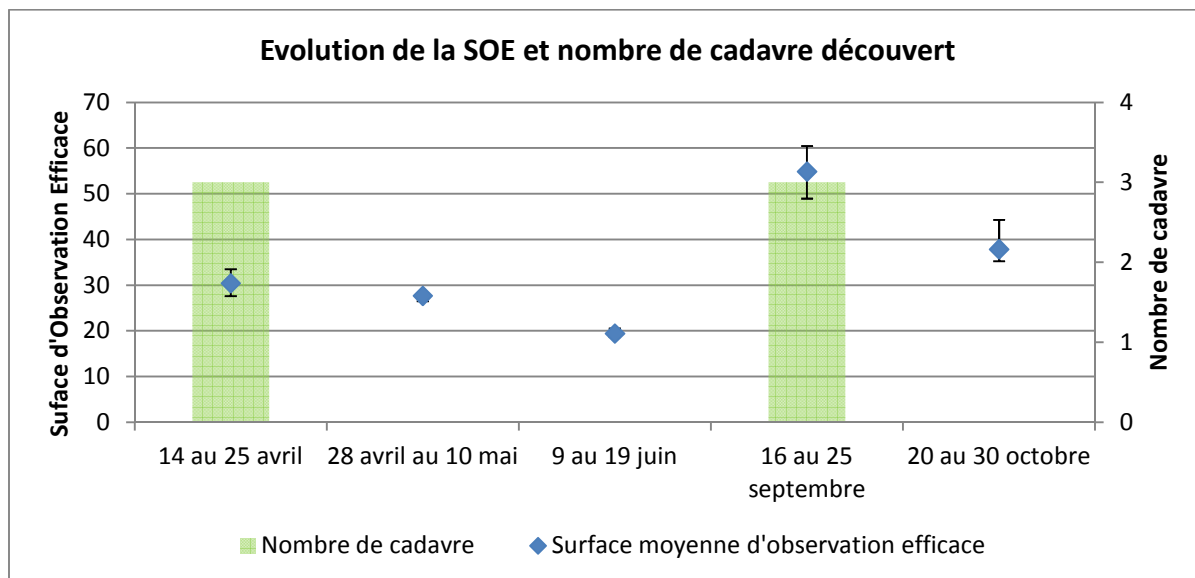
Les écarts types présentent très bien la rotation des cultures qu'il existe aux pieds des éoliennes. Avec des périodes de terre à nues aux moments des semis par exemple, la SOE est alors maximale (beaucoup d'éoliennes proches des 100%). A l'inverse, les périodes de maturités des récoltes amène une SOE minimale d'environ 10% de surface prospectable. E2 et E3 sont à part, elles sont en effets situées au centre d'une luzerne et proches d'une prairie, deux cultures fourragères qui sont fauchées régulièrement mais qui ne disparaissent pas totalement, il y a ainsi un couvert végétal permanent qui empêche la SOE de monter.



## 2.6. SURFACE D'OBSERVATION EFFICACE ET NOMBRE DE CADAVRES

### 2.6.1. BILAN GLOBAL

Le graphique ci-après fait état de la variation de la Surface d'Observation Efficace et du nombre de cadavres découverts pour chaque éolienne sur l'ensemble des périodes de prospection.



La moitié des cadavres furent découverts lors de la première session de recherche (avril à juin). Plusieurs éléments se croisent pour expliquer la découverte de cadavres en début de suivi.

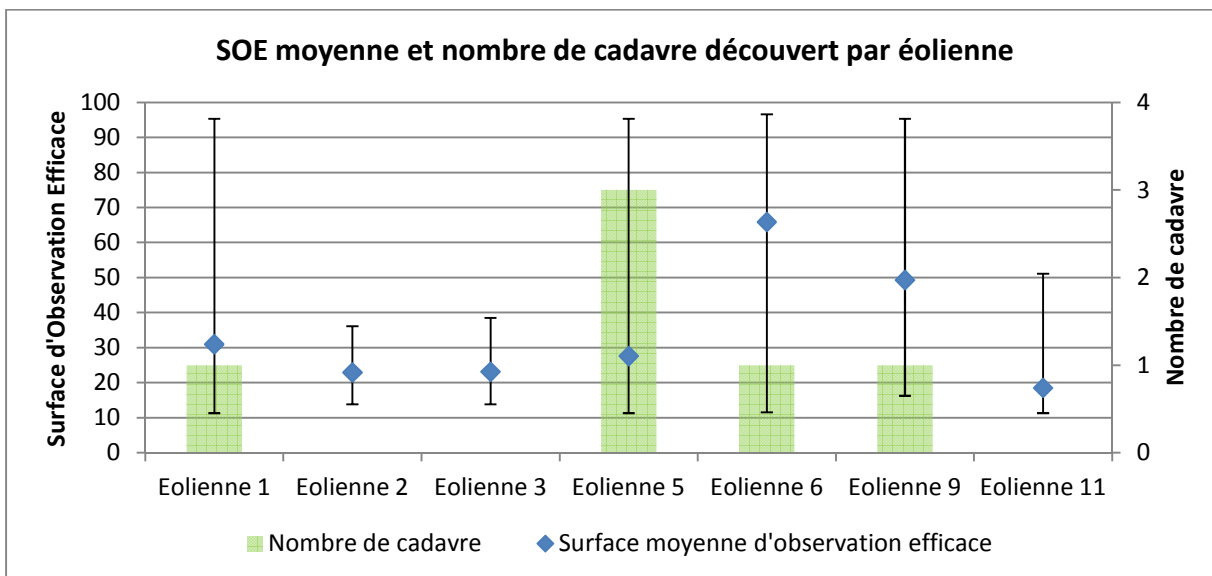
Tout d'abord la végétation est basse, les céréales par exemple dépassent de très peu les vingt centimètres. La détectabilité des cadavres est alors meilleure en cette période que lors des deux suivantes.

Malgré une faible différence de SOE entre la première (avril) et la seconde période (mai), la détectabilité est meilleure en première période, les céréales dépassant à peine les 20 cm (limite de classe de végétation). Elles les dépassent de beaucoup en deuxième période (entre 50 et 80 cm).

De plus la période du cycle biologique des animaux favorise les collisions en cette période, les oiseaux sont encore en migration et les chiroptères sont en période de transit printanier. Cela augmente le nombre d'individus passant sur le site et donc la probabilité de collision.

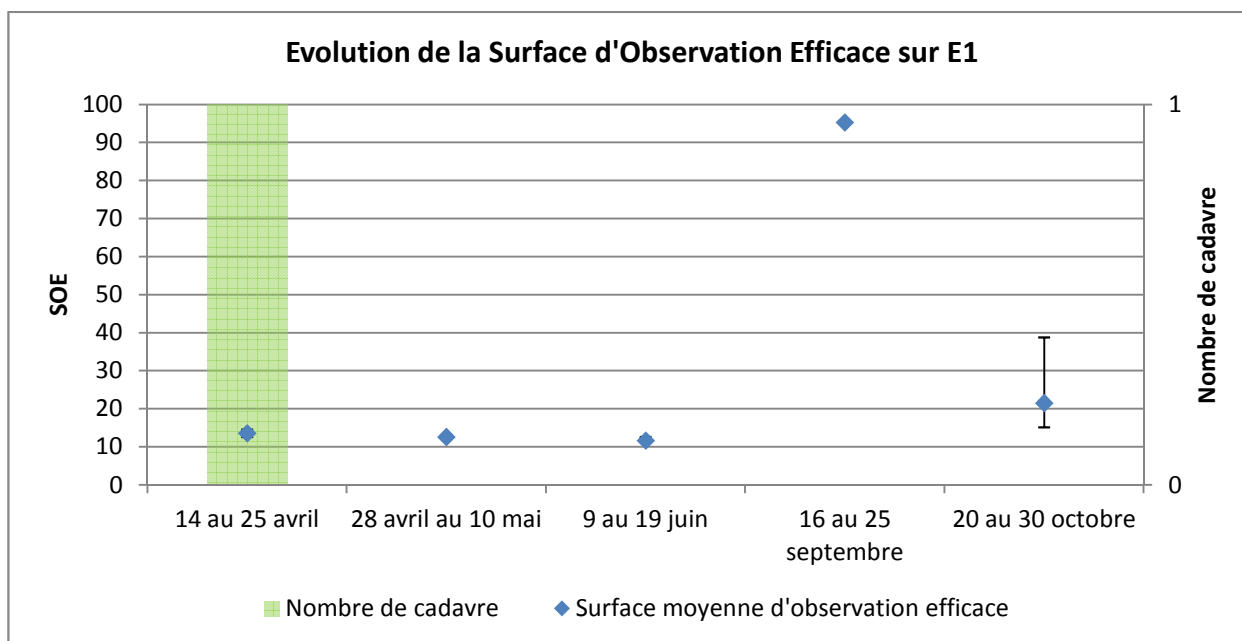
La seconde moitié des cadavres a été découverte en septembre lors de la quatrième session. Il s'agit de la période présentant la SOE la plus importante, ce qui facilite la découverte des cadavres. De même, cette période est propice aux mouvements d'oiseaux migrateurs et au déplacement des chauves-souris en transit automnal.

La dernière session plus tard en saison n'a apportée aucune donnée. Elle présente une végétation plus importante avec le développement des semis et une activité migratoire plus faible en raison de la période tardive.

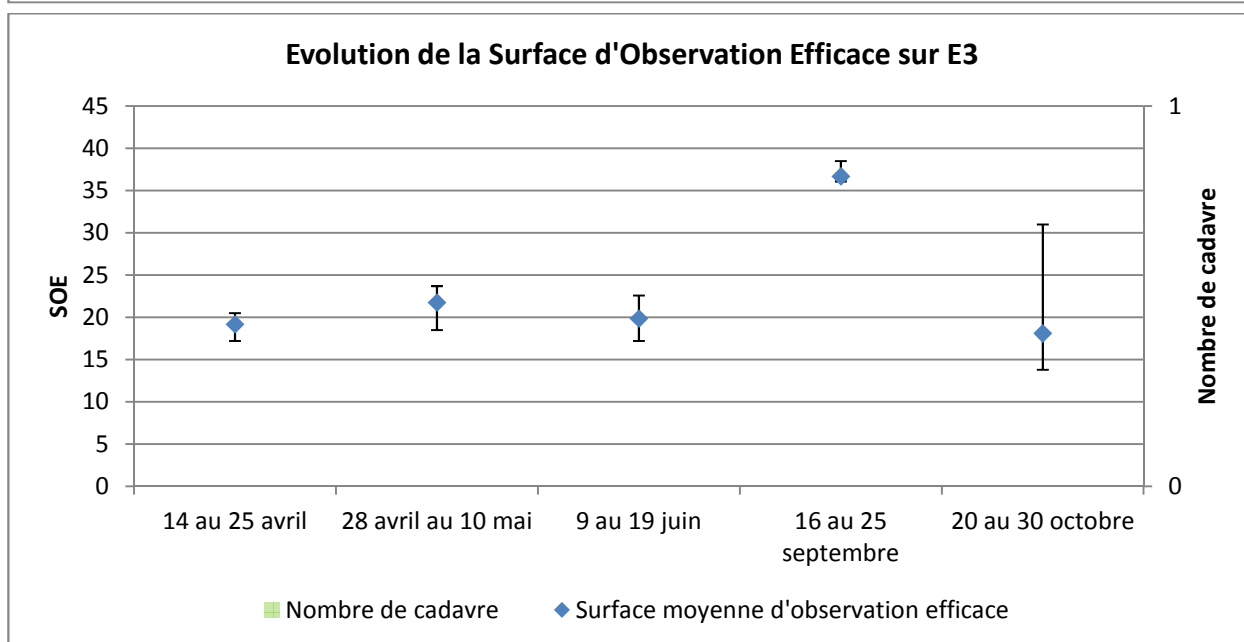
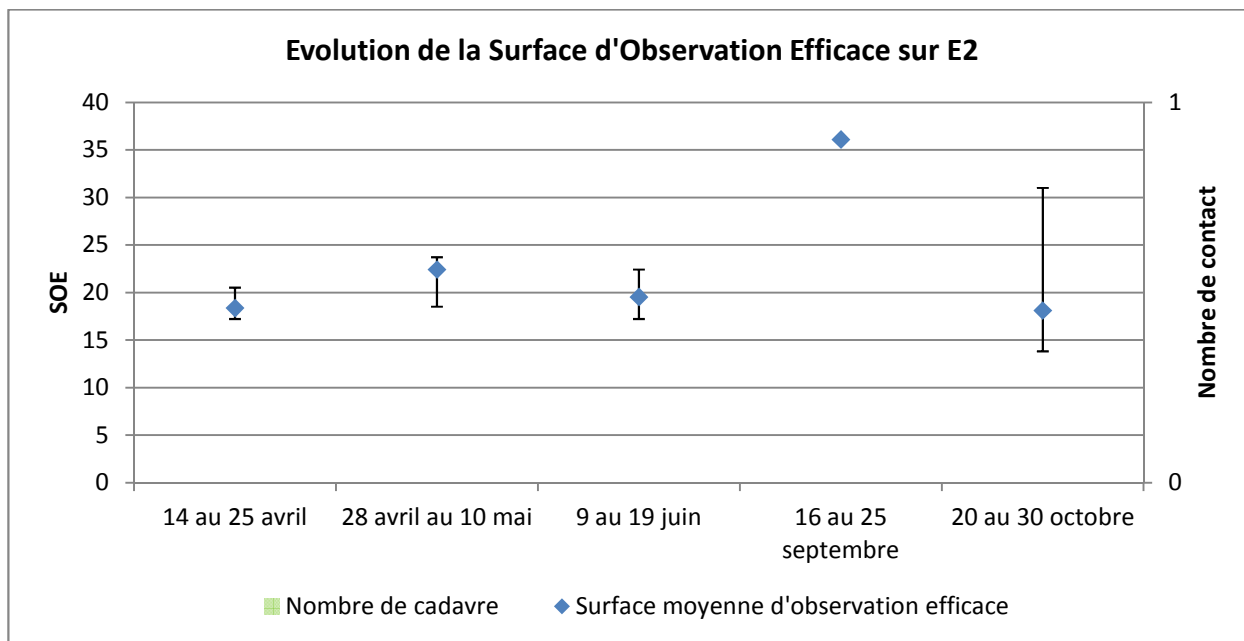


Le graphique précédent montre la répartition des cadavres par éolienne en fonction de la SOE moyenne qu'elles présentent. Il est à noter que les éoliennes 1, 5, 6 et 9, présentant des écarts-types importants et par conséquent des SOE élevées durant la saison, ont toutes permis la découverte d'au moins un cadavre. L'éolienne 5 a permis de découvrir 3 cadavres, dont deux chauve-souris.

## 2.6.2. DETAIL PAR EOLIENNE

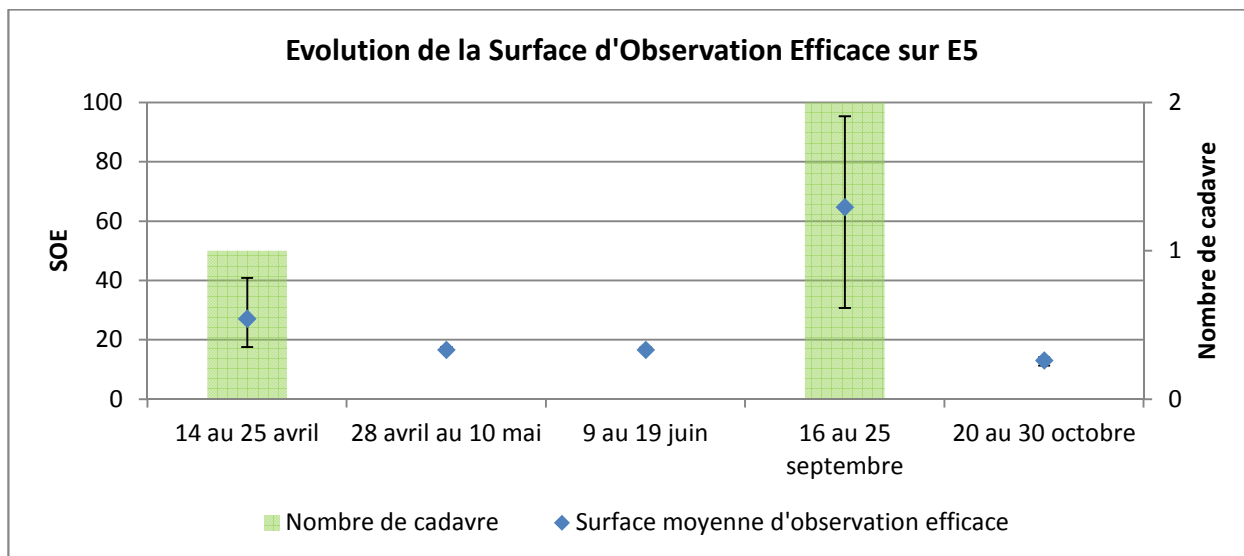


E1 présente le profil typique de l'éolienne située dans une culture céréalière, la SOE étant faible au début de suivi avec une végétation développée. La moisson ayant lieu en juillet, l'éolienne a donc une SOE proche de 100% en septembre. Puis la SOE rechute avec le développement de la nouvelle culture, en l'occurrence du colza, la croissance de la végétation est à l'origine de l'écart type présent sur cette dernière période.

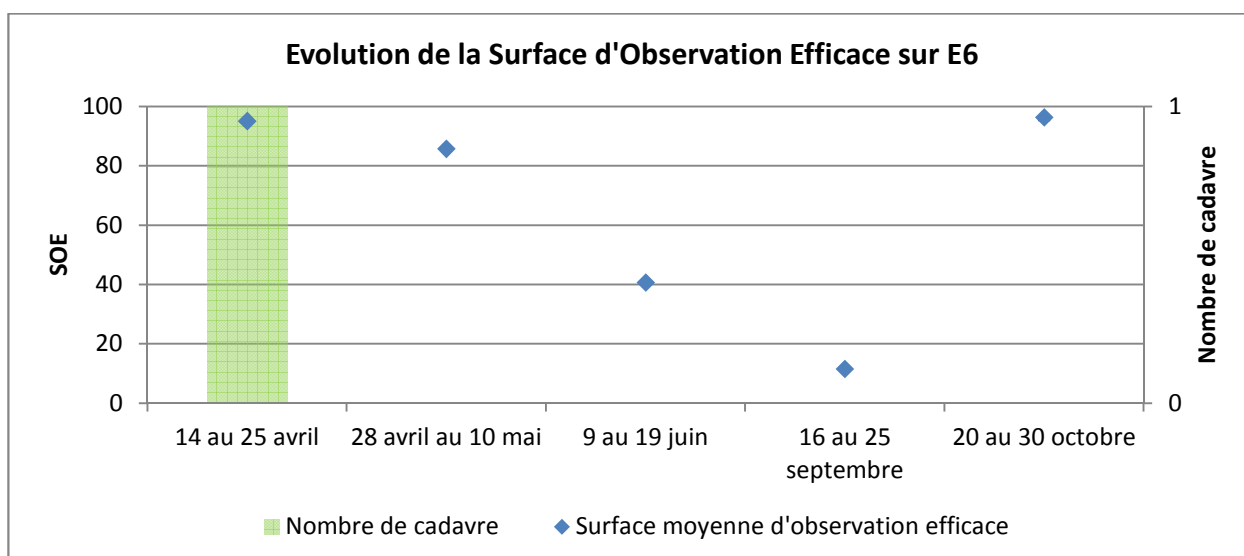


E2 et E3 présentent des SOE proches avec la même évolution, elles sont en effet situées dans les mêmes champs. Il s'agit de cultures fourragères qui restent sur pied toute l'année avec des fauches régulières (luzerne et prairie). L'évolution positive de la SOE vient alors de la fauche qui facilite la détection.

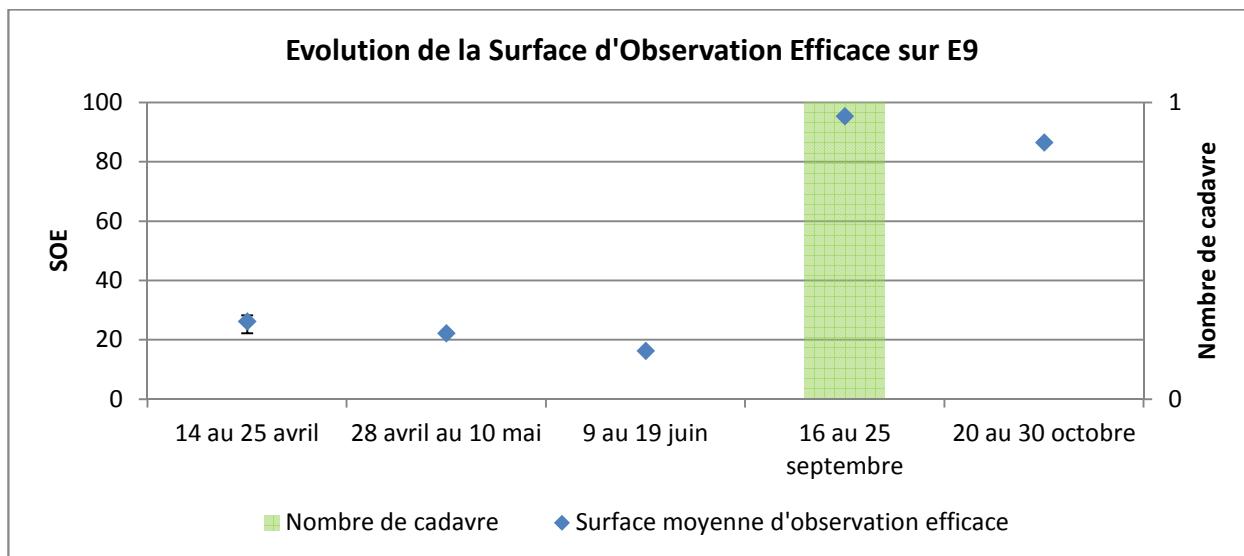




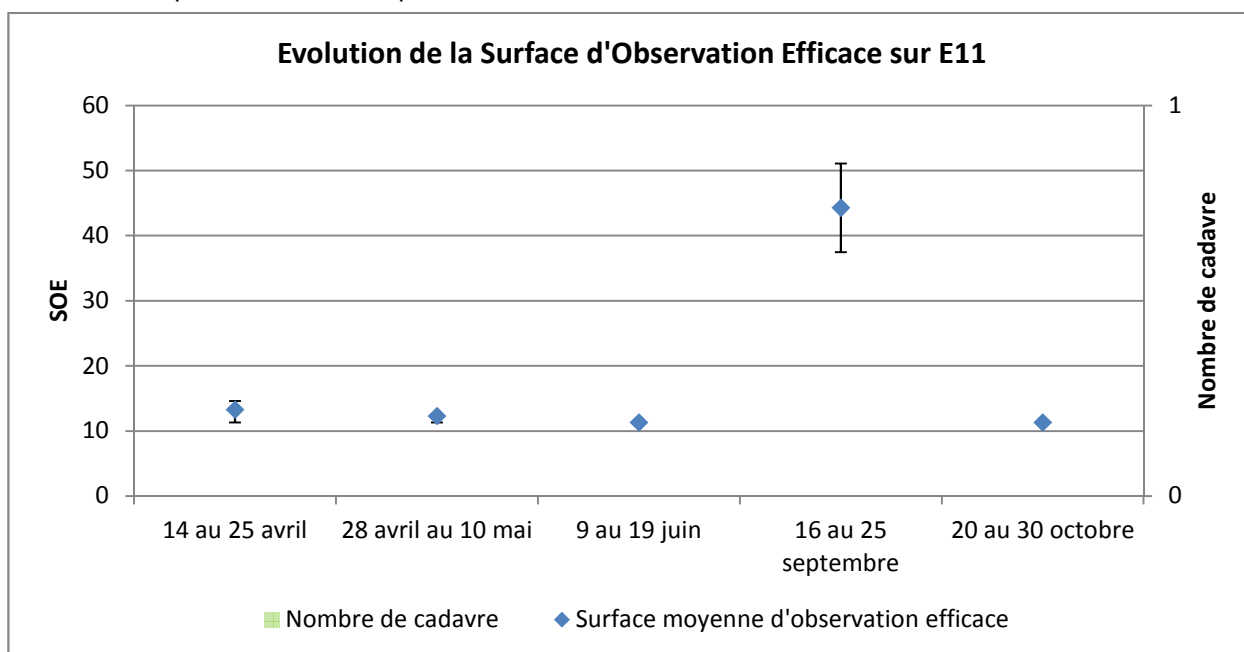
L'éolienne E5 a permis la découverte de trois cadavres. Une Alouette des champs lors de la première session et deux Pipistrelles de Nathusius lors de la quatrième session. Les découvertes ont eu lieu quand la SOE était très faible. En première session, les céréales présentes étaient très peu développées ce qui a aidé à la détection. De même pour les deux chauves-souris découvertes en septembre, le colza planté sous l'éolienne étant à peine sorti du sol lors de la découverte. Le développement de cette culture est d'ailleurs responsable du fort écart type sur cette période.



E6 n'a connu qu'une seule culture sur toute la période de suivi, une parcelle de betterave. Cette culture n'était pas encore sortie de terre lors de la première session et croit pour atteindre sa maturité en septembre lors de la quatrième session. La récolte a permis de faire remonter la SOE en dernière session. Un cadavre de Pipistrelle commune a été découvert lors de la première session.



L'éolienne E9 présente également le profil typique d'une culture céréalière, avec une SOE faible en début de suivi qui augmente fortement après la moisson. Un cadavre de Roitelet triple-bandeau a alors été découvert en quatrième session quand la SOE a atteint son maximum.



E11 est l'éolienne présentant la plus faible SOE sur le suivi, elle est en effet semée par de l'orge qui était déjà de taille importante en début de suivi. La période d'après moisson n'a d'ailleurs pas été aussi importante que pour E1 ou E9 puisque qu'une culture de moutarde a rapidement remplacé les céréales. Ce qui n'a pas permis à la SOE de remonter fortement.

## Chapitre 3. ESTIMATION DE LA MORTALITE

### 3.1. LE TEST D'EFFICACITE (COEFFICIENT CORRECTEUR Z)

Le test a été réalisé le 23 octobre 2014

Eolienne	Nombre de carcasses			Z =
	déposée(s)	Retrouvée(s)	Prédation	
<b>1</b>	4	1	3	1
<b>2</b>	3	0	0	0
<b>3</b>	4	1	3	1
<b>5</b>	4	0	1	0
<b>6</b>	3	2	1	1
<b>9</b>	4	1	1	0,33
<b>11</b>	3	2	0	0,66
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>0,43</b>

Tableau 11. Test d'efficacité

Ce qui nous donne pour la période concernée un coefficient de correction  $Z = 0,43$ .

Toutefois, nous avons observé un biais lors de ce test. En effet, certaines carcasses ont disparu entre le moment où elles ont été déposées et le moment où l'observateur est passé (colonne prédation), soit environ 2 à 3 heures. Nous pouvons dire avec certitude qu'au moins huit d'entre-elles ont ainsi été prédatées puisque non retrouvées. Ces carcasses n'ont donc pas été prises en compte pour ce calcul (par exemple pour E1, 1 carcasse retrouvée et 3 prédatées sur les 4 déposées, soit une découverte de 100% des carcasses restantes). On estime alors que 7 carcasses ont été retrouvées sur les 16 restantes.  $Z = 7/16 = 0,43$ .

La prédation de cadavres avant que l'observateur soit passé entraîne donc une sous-estimation du nombre de carcasses qui peuvent être retrouvées par l'observateur et donc une sur-évaluation du nombre d'oiseaux estimés victimes de collisions.

### 3.2. LE TEST DE PREDATION (COEFFICIENT CORRECTEUR P)

Le test de prédation a été réalisé le 20 octobre 2014.

Eolienne	Nombre de carcasses			P =
	Déposées le 20 octobre 2014	Retrouvées le 23 octobre 2014	Retrouvées le 27 octobre 2014	
<b>1</b>	3	0	0	0
<b>2</b>	4	0	0	0
<b>3</b>	3	0	0	0
<b>5</b>	3	0	0	0
<b>6</b>	4	2	2	0,5
<b>9</b>	4	1	1	0,25
<b>11</b>	3	0	0	0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0,125</b>

Tableau 12. Test de prédation

Ce qui nous donne pour la période concernée un coefficient de correction  $P = 0,125$  pour les éoliennes prospectées. Lors du premier passage de contrôle réalisé le 23 octobre 2014, soit 3 jours après, il restait

3 carcasses. Lors du deuxième passage en date du 27 octobre, soit 7 jours après, il restait toujours les mêmes 3 carcasses. Ce qui nous donne une durée moyenne de persistance d'un cadavre (tm) de 1,25 jour.

### 3.3. CORRECTEUR DE SURFACE

Session	Surface d'Observation Efficace moyenne par éolienne (%)							Surface totale (m <sup>2</sup> )
	Eol 1	Eol 2	Eol 3	Eol5	Eol6	Eol9	Eol 11	
14 au 25 avril	13,62	18,37	19,20	27,12	95,06	26,22	13,30	21289
28 avril au 10 mai	12,62	22,42	21,77	16,59	85,7	22,24	12,30	19364
9 au 19 juin	11,65	19,54	19,87	16,59	40,66	16,26	11,32	13589
16 au 25 septembre	95,30	36,10	36,70	64,70	11,56	95,30	44,30	38396
20 au 30 octobre	21,54	18,12	18,12	13,07	96,23	86,48	11,32	26488
							<b>Total</b>	<b>119126</b>
							<b>SOE totale</b>	<b>34.04</b>
							<b>Ssol</b>	<b>3404</b>
							<b>Sb</b>	<b>7850</b>
							<b>A</b>	<b>0,434</b>

Tableau 13. Correcteur de surface

### 3.4. ESTIMATION DU NOMBRE DE COLLISION

Lors de la période concernée, soit de mi-avril (semaine 16) à fin octobre (semaine 44) et à raison de 1 passage tout les 3,5 jours lors des périodes de prospections, 6 dépouilles ont été trouvées. Trois oiseaux et trois chiroptères ont été découverts.

Pour les oiseaux, un Pigeon ramier, une Alouette des champs et un Roitelet triple-bandeau sont concernés. Pour ce qui est des chiroptères, une Pipistrelle commune et deux Pipistrelles de Nathusius ont été découvertes. Ce qui nous donne une parité parfaite entre les oiseaux et les chiroptères, d'où la similitude des chiffres selon les différentes formules.

Ainsi sur la période considérée, le nombre de cadavres estimé (N) selon les différentes formules est :

Indice	LPO – Winkelman		Erickson		Jones		Huso	
	Oiseaux	C-S	Oiseaux	C-S	Oiseaux	C-S	Oiseaux	C-S
<b>N / an</b>	128	128	45	45	91	91	67	67
<b>N (parc) / an</b>	201	201	70	70	143	143	105	105
<b>N / éolienne / an</b>	18	18	6	6	13	13	9	9

Tableau 14. Résultats

## 3.5. DISCUSSION

Le suivi de la mortalité sur le site de Fère-Champenoise a permis de déterminer, selon la formule utilisée, une mortalité possible allant de 45 à 128 oiseaux et chiroptères (les chiffres étant identiques pour les deux groupes). Si l'on fait abstraction des résultats extrêmes, on peut penser qu'une moyenne de 79 individus de chaque groupe sont tués chaque année par les éoliennes suivies et 124 si l'on extrapole à l'ensemble du parc de 11 éoliennes. Cependant il faut rester prudent avec ce chiffre car la mortalité est différente pour chaque éolienne.

Les résultats mis en évidence ici sont probablement surévalués en raison du test de prédation qui montre une disparition rapide des cadavres. En effet sur les 24 poussins déposés lors de ce test, seulement 3 sont encore présents 3 jours plus tard. Ce qui donne un taux de prédation très important qui contribue à augmenter le nombre estimé de collisions.

Il est cependant possible que l'utilisation de poussins induise un biais par rapport à la véritable prédation. Les poussins sont en effet de grande taille et de couleur claire (contrastant avec la terre et la végétation) ils sont alors plus faciles à repérer pour les prédateurs.

Il faut toutefois rester prudent, car des prédateurs opportunistes comme les corvidés sont présent sur le site. Ils sont capables de se spécialiser dans la recherche de cadavres aux pieds des éoliennes et donc d'induire une disparition rapide des cadavres.

D'autres prédateurs sont également présents, comme le renard observé sur le site. Les mustélidés (martre, fouine ...) sont également probablement présents bien qu'ils n'aient pas été observés.

Quoi qu'il en soit, les découvertes de cadavres ont toutes été faites en périodes de migration et de transit. Ces périodes de migration sont à risques pour l'avifaune car les déplacements se font parfois dans des conditions de visibilité faible à nulle (nuit, brouillard ...). Les oiseaux ne se rendant compte de la présence d'une éolienne qu'à quelques mètres de celle-ci.

Pour ce qui est des chiroptères, ils n'émettent parfois pas suffisamment de signaux d'écholocation pour apprécier la véritable vitesse des pâles et se font alors surprendre. Il est en effet connu que des chiroptères en milieu ouvert économisent leur énergie en émettant le moins de signaux possible.

La période de nidification / mise-bas est possiblement à risque mais aucun cadavre n'a été découvert en cette période. Il est possible que le site ne soit attractif que pour très peu d'espèces ou que ces espèces aient intégrés la présence des éoliennes. Il est également possible que les cadavres soit passés inaperçus. En effet il s'agit de la période où les cultures sont les plus hautes, rendant alors la détection très délicate.

En conclusion, la mortalité du site est moyenne pour les oiseaux et les chauves-souris. Le nombre d'individus tués par an pour chaque groupe oscillant entre 45 à 128 selon les méthodes de calcul.

Les trois espèces d'oiseaux sont relativement communes et ne présentent pas de sensibilités élevées. Quant aux chiroptères, si la Pipistrelle commune ne présente pas d'enjeux majeurs, ce n'est pas le cas de la Pipistrelle de Nathusius qui a un statut « Quasi-menacé » en France et Rare en Champagne-Ardenne.

La seconde étude de mortalité prévue dans le cadre de la réglementation ICPE pour les dix ans de fonctionnement du parc permettra de connaître l'évolution de l'impact du parc.

## ANNEXE

## ANNEXE 1 : Données Brutes

Date	Eolienne	ID	Espèce	Remarque	SOE	Absente	< 5 cm Peu dense	< 5 cm Moy Dense	< 5 cm Très dense	5 - 20 cm Peu dense	5 - 20 cm Moy Dense	5 - 20 cm Très dense	> 20 cm Peu dense	> 20 cm Moy Dense	> 20 cm Très dense	Non prospectable
14/04/2014	E1	-	-	-	12,62	10					5				85	
14/04/2014	E2	-	-	-	17,22	15								25	60	
14/04/2014	E3	-	-	-	17,22	15								25	60	
14/04/2014	E5	-	-	-	40,9	15					80			5		
14/04/2014	E6	-	-	-	95,06	95									5	
14/04/2014	E9	-	-	-	26,14	25								5	70	
14/04/2014	E11	-	-	-	11,32	10								5	85	
17/04/2014	E1	FC1	COLPAL	-	14,62	10		5							85	
17/04/2014	E2	-	-	-	17,22	15								25	60	
17/04/2014	E3	-	-	-	20,52	15		5						20	60	
17/04/2014	E5	-	-	-	25	15		5				80				
17/04/2014	E6	FC2	PIPPIP	-	95,06	95								5		
17/04/2014	E9	-	-	-	28,24	15	10	5							70	
17/04/2014	E11	-	-	-	14,62	10		5							85	
22/04/2014	E1	-	-	-	14,62	10		5							85	
22/04/2014	E2	-	-	-	20,52	15		5						20	60	
22/04/2014	E3	-	-	-	20,52	15		5						20	60	
22/04/2014	E5	FC3	ALAAARV	-	25	15		5				80				
22/04/2014	E6	-	-	-	95,06	95									5	
22/04/2014	E9	-	-	-	28,24	15	10	5							70	
22/04/2014	E11	-	-	-	14,62	10		5							85	
25/04/2014	E1	-	-	-	12,62	10					5				85	
25/04/2014	E2	-	-	-	18,52	15					5			20	60	
25/04/2014	E3	-	-	-	18,52	15					5			20	60	
25/04/2014	E5	-	-	-	17,56	15					5				80	
25/04/2014	E6	-	-	-	95,06	95								5		
25/04/2014	E9	-	-	-	22,24	15				10	5				70	
25/04/2014	E11	-	-	-	12,62	10					5				85	

Date	Eolienne	ID	Espèce	Remarque	SOE	Absente	< 5 cm Peu dense	< 5 cm Moy Dense	< 5 cm Très dense	5 - 20 cm Peu dense	5 - 20 cm Moy Dense	5 - 20 cm Très dense	> 20 cm Peu dense	> 20 cm Moy Dense	> 20 cm Très dense	Non prospectable
28/04/2014	E1	-	-	-	12,62	10					5				85	
28/04/2014	E2	-	-	-	18,52	15					5			20	60	
28/04/2014	E3	-	-	-	18,52	15					5			20	60	
28/04/2014	E5	-	-	-	17,56	15					5				80	
28/04/2014	E6	-	-	-	85,7	15	80				5					
28/04/2014	E9	-	-	-	22,24	15				10	5				70	
28/04/2014	E11	-	-	-	12,62	10					5				85	
30/04/2014	E1	-	-	-	12,62	10					5				85	
30/04/2014	E2	-	-	-	23,72	15					25				60	
30/04/2014	E3	-	-	-	23,72	15					25				60	
30/04/2014	E5	-	-	-	16,26	15								5	80	
30/04/2014	E6	-	-	-	85,7	15	80				5					
30/04/2014	E9	-	-	-	22,24	15				10	5				70	
30/04/2014	E11	-	-	-	12,62	10					5				85	
06/05/2014	E1	-	-	-	12,62	10					5				85	
06/05/2014	E2	-	-	-	23,72	15					25				60	
06/05/2014	E3	-	-	-	22,42	15					20			5	60	
06/05/2014	E5	-	-	-	16,26	15								5	80	
06/05/2014	E6	-	-	-	85,7	15	80				5					
06/05/2014	E9	-	-	-	22,24	15				10	5				70	
06/05/2014	E11	-	-	-	12,62	10					5				85	
10/05/2014	E1	-	-	-	12,62	10					5				85	
10/05/2014	E2	-	-	-	23,72	15					25				60	
10/05/2014	E3	-	-	-	22,42	15					20			5	60	
10/05/2014	E5	-	-	-	16,26	15								5	80	
10/05/2014	E6	-	-	-	85,7	15	80				5					
10/05/2014	E9	-	-	-	22,24	15				10	5				70	
10/05/2014	E11	-	-	-	12,62	10					5				85	

Date	Eolienne	ID	Espèce	Remarque	SOE	Absente	< 5 cm Peu dense	< 5 cm Moy Dense	< 5 cm Très dense	5 - 20 cm Peu dense	5 - 20 cm Moy Dense	5 - 20 cm Très dense	> 20 cm Peu dense	> 20 cm Moy Dense	> 20 cm Très dense	Non prospectable
09/06/2014	E1	-	-	-	11,32	10								5	85	
09/06/2014	E2	-	-	-	12,62	10				5						85
09/06/2014	E3	-	-	-	21,3	15						60		25		
09/06/2014	E5	-	-	-	22,6	15				5	60			20		
09/06/2014	E6	-	-	-	17,56	15				5						80
09/06/2014	E9	-	-	-	40,66	15							80	5		
09/06/2014	E11	-	-	-	16,26	15								5	80	
12/06/2014	E1	-	-	-	11,32	10								5	85	
12/06/2014	E2	-	-	-	11,32	10								5	85	
12/06/2014	E3	-	-	-	17,22	15								25	60	
12/06/2014	E5	-	-	-	17,22	15								25	60	
12/06/2014	E6	-	-	-	16,26	15								5	80	
12/06/2014	E9	-	-	-	40,66	15							80	5		
12/06/2014	E11	-	-	-	16,26	15								5	80	
16/06/2014	E1	-	-	-	11,32	10								5	85	
16/06/2014	E2	-	-	-	11,32	10								5	85	
16/06/2014	E3	-	-	-	17,22	15								25	60	
16/06/2014	E5	-	-	-	17,22	15								25	60	
16/06/2014	E6	-	-	-	16,26	15								5	80	
16/06/2014	E9	-	-	-	40,66	15							80	5		
16/06/2014	E11	-	-	-	16,26	15								5	80	
19/06/2014	E1	-	-	-	11,32	10								5	85	
19/06/2014	E2	-	-	-	11,32	10								5	85	
19/06/2014	E3	-	-	-	22,42	15				20				5	60	
19/06/2014	E5	-	-	-	22,42	15				20				5	60	
19/06/2014	E6	-	-	-	16,26	15								5	80	
19/06/2014	E9	-	-	-	40,66	15							80	5		
19/06/2014	E11	-	-	-	16,26	15								5	80	



Date	Eolienne	ID	Espèce	Remarque	SOE	Absente	< 5 cm Peu dense	< 5 cm Moy Dense	< 5 cm Très dense	5 - 20 cm Peu dense	5 - 20 cm Moy Dense	5 - 20 cm Très dense	> 20 cm Peu dense	> 20 cm Moy Dense	> 20 cm Très dense	Non prospectable
16/09/2014	E1	-	-	-	95,3	95									5	
16/09/2014	E2	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
16/09/2014	E3	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
16/09/2014	E5	-	-	-	95,3	95									5	
16/09/2014	E6	-	-	-	11,56	10								10	80	
16/09/2014	E9	-	-	-	95,3	95									5	
16/09/2014	E11	-	-	-	51,1	10				85					5	
19/09/2014	E1	-	-	-	95,3	95									5	
19/09/2014	E2	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
19/09/2014	E3	-	-	-	38,5	10		35		5				5	50	
19/09/2014	E5	FC4 et 5	PIP NAT	2 individus	95,3	95									5	
19/09/2014	E6	-	-	-	11,56	10								10	80	
19/09/2014	E9	-	-	-	95,3	95									5	
19/09/2014	E11	-	-	-	51,1	10				85					5	
22/09/2014	E1	-	-	-	95,3	95									5	
22/09/2014	E2	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
22/09/2014	E3	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
22/09/2014	E5	-	-	-	37,5	10					85				5	
22/09/2014	E6	-	-	-	11,56	10								10	80	
22/09/2014	E9	-	-	-	95,3	95									5	
22/09/2014	E11	-	-	-	37,5	10					85				5	
25/09/2014	E1	-	-	-	95,3	95									5	
25/09/2014	E2	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
25/09/2014	E3	-	-	-	36,1	10		35						5	50	
25/09/2014	E5	-	-	-	30,7						95				5	
25/09/2014	E6	-	-	-	11,56	10								10	80	
25/09/2014	E9	FC3	REGIGN	-	95,3	95									5	
25/09/2014	E11	-	-	-	37,5	10					85				5	

Date	Eolienne	ID	Espèce	Remarque	SOE	Absente	< 5 cm Peu dense	< 5 cm Moy Dense	< 5 cm Très dense	5 - 20 cm Peu dense	5 - 20 cm Moy Dense	5 - 20 cm Très dense	> 20 cm Peu dense	> 20 cm Moy Dense	> 20 cm Très dense	Non prospectable
09/06/2014	E1	-	-	-	16,7	10				5			85			
09/06/2014	E2	-	-	-	13,82	10				5			25	60		
09/06/2014	E3	-	-	-	13,82	10				5			25	60		
09/06/2014	E5	-	-	-	14,16	10				10					80	
09/06/2014	E6	-	-	-	96,6	95				5						
09/06/2014	E9	-	-	-	86,4	80				20						
09/06/2014	E11	-	-	-	11,32	10							5	85		
12/06/2014	E1	-	-	-	38,8	10				5		85				
12/06/2014	E2	-	-	-	13,82	10				5			25	60		
12/06/2014	E3	-	-	-	13,82	10				5			25	60		
12/06/2014	E5	-	-	-	14,16	10				10					80	
12/06/2014	E6	-	-	-	96,6	95				5						
12/06/2014	E9	-	-	-	86,4	80				20						
12/06/2014	E11	-	-	-	11,32	10							5	85		
16/06/2014	E1	-	-	-	15,5	10						5	85			
16/06/2014	E2	-	-	-	13,82	10				5			25	60		
16/06/2014	E3	-	-	-	13,82	10				5			25	60		
16/06/2014	E5	-	-	-	12,62	10				5					85	
16/06/2014	E6	-	-	-	96,6	95				5						
16/06/2014	E9	-	-	-	87,2	85				5			10			
16/06/2014	E11	-	-	-	11,32	10							5	85		
19/06/2014	E1	-	-	-	15,16	10							85	5		
19/06/2014	E2	-	-	-	31	10				60			30			
19/06/2014	E3	-	-	-	31	10				60			30			
19/06/2014	E5	-	-	-	11,32	10							5	85		
19/06/2014	E6	-	-	-	95,3	95							5			
19/06/2014	E9	-	-	-	85,9	85							15			
19/06/2014	E11	-	-	-	11,32	10							5	85		

## ANNEXE 2 : Données cadavres

ID cadavre	Espèce	Eolienne	Distance du mat (m)	Orientation par rapport au mat	Sexe	Adulte / Jeune	Aile pliée (en mm)	Date découverte	Date mort présumée	Date disparition	Cause mort	Cause disparition	MEMO / BAGUE
FC1	Pigeon ramier	E1	50	NE	?	Ad	-	17/04/14	16/04/14	22/04/14	Eolienne	Prédation	-
FC2	Pipistrelle commune	E6	80	SE	?	Ad	-	17/04/14	16/04/14	09/06/14	Eolienne	Décomposition	-
FC3	Alouette des champs	E5	60	O	?	Ad	-	22/04/14	21/04/14	28/04/14	Eolienne	Prédation	-
FC4	Pipistrelle de Nathusius	E5	50	SO	?	?	-	19/09/14	18/09/14	-	Eolienne	-	Prélevée pour identification
FC5	Pipistrelle de Nathusius	E5	55	SO	?	?	-	19/09/14	18/09/14	-	Eolienne	-	Prélevée pour identification
FC6	Roitelet triple-bandeau	E9	50	SO	M	?	-	25/09/14	24/09/14	-	Eolienne	-	Prélevé pour identification

## Codes espèces utilisés

Groupe animal	CODE	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Avifaune	ALAARV	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs
	COLPAL	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier
	REGIGN	<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple-bandeau
Chiroptère	PIPPIP	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune
	PIP NAT	<i>Pipistrellus Nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius

## ANNEXE 3 : Statut des espèces impactées

## Avifaune

Nom vernaculaire	Type d'espèce	Fréquence régionale Champagne-Ardenne (1) Statut des nicheurs	Liste rouge des oiseaux nicheurs de France (UICN) (2)	Niveau de vulnérabilité de la population française nicheuse	Niveau de vulnérabilité de la population française hivernante	Species of European Conservation Concern (SPEC) (3)	Statut juridique français (4)	Directive européenne et conventions internationales (5)
Alouette des champs	Passereaux	U	LC	A préciser	A préciser	3	Ch.	OII ; BellI
Pigeon ramier	Columbiformes	TC	LC	-	-	4	Ch. Nui.	OII ; OIII
Roitelet triple-bandeau	Passereaux	C	LC	-	-	5	Prot.	-

## Chiroptère

Nom vernaculaire	Statut en Champagne-Ardenne	Liste rouge des mammifères continentaux de France (UICN) (2)	Statut juridique français (4)	Directive européenne et conventions internationales (5)
Pipistrelle commune	A surveiller	LC	Prot.	HFFIV ; BellI ; Boll
Pipistrelle de Nathusius	R	NT	Prot.	HFFIV ; Bell ; Boll

## Légende

**(1) Statut de rareté en Champagne-Ardenne**

TR : Espèce très rare

R : Espèce rare

PC : Espèce peu commune

C : Espèce commune

TC : Espèce très commune

U : Espèce ubiquiste

o : Occasionnel

d : en déclin

Ces statuts sont précisés d'après les ouvrages suivant :

> FAUVEL, B.(1992). - Les oiseaux de Champagne-Ardenne. Ligue pour la protection des oiseaux/Centre ornithologique Champagne-Ardenne. Bar sur Aube, 291p  
> Oiseaux nicheurs; Liste rouge de Champagne-Ardenne - DIREN Champagne-Ardenne

**(2) UICN : Union International pour la Conservation de la nature**

LC : Préoccupation mineure

NT : Quasi menacé

VU : Vulnérable

**(3)**

**SPEC 1 = Menacées à l'échelle planétaire**

**SPEC 2 = Statut défavorable (majorité de la population mondiale en Europe)**

**SPEC 3 = Statut défavorable (majorité de la population mondiale hors Europe)**

SPEC 4 = Statut non défavorable (majorité de la population mondiale en Europe)

SPEC 5 = Statut non défavorable (majorité de la population mondiale hors Europe)

**(4)**

Protégé : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des espèces protégées sur l'ensemble du territoire

Chassable : Arrêté modifié du 26/06/87 fixant la liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée.

Nuisible : Arrêté du 30/09/88 fixant la liste des animaux susceptibles d'être classés nuisibles par le préfet.

**(5)**

**Directive "Oiseaux" n°79/409/CEE du Conseil du 02/04/79 concernant la conservation des oiseaux sauvages.**

OI = Espèces faisant l'objet de mesures de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (ZPS).

OII = Espèces pouvant être chassées.

OIII = Espèces pouvant être commercialisées.

**Directive " Habitats – Faune – Flore" n°92/43/CEE du Conseil du 21/04/92 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages**

HFFII : Espèce d'intérêt communautaire, elles font l'objet de mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leur habitat (ZSC).

HFFIV : Espèce nécessitant une protection stricte sur le territoire communautaire.

**Convention de Berne du 19/09/79 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.**

Bell = Espèces de faune strictement protégées.

BeIII = Espèces de faune protégées dont l'exploitation est réglementée.

**Convention de Bonn du 23/06/79 relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage.**

BoII = Espèces migratrices menacées, en danger d'extinction, nécessitant une protection immédiate.

BoIII = Espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées.

## ANNEXE 4 : Photographies des cadavres



