A photograph of a wind farm in a rural landscape. The foreground is a brown, tilled field. In the middle ground, there are several white wind turbines with three blades each, standing on a green field. The sky is overcast with grey and blue clouds. The overall scene is a mix of natural and man-made elements.

Études chiroptérologiques dans
les dossiers réglementaires éoliens :
disponibilité de l'information et
conformité avec les recommandations
nationales et européennes

Coly R., Barré K., Gourdain P.,
Kerbiriou C., Marmet J. & Touroult J.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Bruno David,
Président du Muséum national d'Histoire naturelle

RÉDACTEUR EN CHEF / *EDITOR-IN-CHIEF* : Jean-Philippe Siblet

ASSISTANTS DE RÉDACTION / *ASSISTANT EDITORS* : Sarah Figuet (naturae@mnhn.fr)

MISE EN PAGE / *PAGE LAYOUT* : Sarah Figuet

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC BOARD* :

Luc Abbadie (UPMC, Paris)
Luc Barbier (Parc naturel régional des caps et marais d'Opale, Colembert)
Aurélien Besnard (CEFE, Montpellier)
Vincent Boulet (Expert indépendant flore/végétation, Frugières-le-Pin)
Hervé Brustel (École d'ingénieurs de Purpan, Toulouse)
Audrey Coreau (AgroParis Tech, Paris)
Bernard Deceuninck (LPO, Rochefort)
Thierry Dutoit (UMR CNRS IMBE, Avignon)
Éric Feunteun (MNHN, Dinard)
Grégoire Gautier (Parc national des Cévennes, Florac)
Olivier Gilg (Réserves naturelles de France, Dijon)
Frédéric Gosselin (Irstea, Nogent sur Vernisson)
Frédéric Hendoux (MNHN, Paris)
Xavier Houard (OPIE, Guyancourt)
Isabelle Leviol (MNHN, Paris)
Francis Meunier (Conservatoire d'espaces naturels – Picardie, Amiens)
Serge Muller (MNHN, Paris)
Francis Olivereau (DREAL Centre, Orléans)
Laurent Poncet (MNHN, Paris)
Nicolas Poulet (ONEMA, Toulouse)
Jean-Philippe Siblet (MNHN, Paris)
Laurent Tillon (ONF, Paris)
Julien Touroult (MNHN, Paris)

Naturae est une revue publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris
Naturae is a journal published by the Museum Science Press, Paris

Naturae est distribuée en Open Access sur le site web des Publications scientifiques du Muséum :
<http://www.revue-naturae.fr>

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi :
The Museum Science Press also publish:

European Journal of Taxonomy
Revue électronique / *Electronic journal* – <http://www.europeanjournaloftaxonomy.eu>

Adansonia
Abonnement / *Subscription* 2017 : Institutions / *Institutions* : 71,09 € ; Particuliers / *Individuals* : 35,55 €

Anthropozoologica
Abonnement / *Subscription* 2017 : Institutions / *Institutions* : 52,13 € ; Particuliers / *Individuals* : 26,07 €

Geodiversitas
Abonnement / *Subscription* 2017 : Institutions / *Institutions* : 146,91 € ; Particuliers / *Individuals* : 73,46 €

Zoosystema
Abonnement / *Subscription* 2017 : Institutions / *Institutions* : 146,91 € ; Particuliers / *Individuals* : 73,46 €

Études chiroptérologiques dans les dossiers réglementaires éoliens : disponibilité de l'information et conformité avec les recommandations nationales et européennes

Roger COLY

Muséum national d'Histoire naturelle, UMS2006 Patrimoine naturel,
case postale 41, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 5 (France)
rogercoly@gmail.com

Kevin BARRÉ

Muséum national d'Histoire naturelle, Centre d'Écologie et de Sciences de la Conservation,
UMR7204 MNHN-CNRS, case postale 135, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 5 (France)
kevin.barre@mnhn.fr

Philippe GOURDAIN

Muséum national d'Histoire naturelle, UMS2006 Patrimoine naturel,
case postale 41, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 5 (France)
philippe.gourdain@mnhn.fr

Christian KERBIRIOU

Julie MARMET

Muséum national d'Histoire naturelle, Centre d'Écologie et de Sciences de la Conservation,
UMR7204 MNHN-CNRS, case postale 135, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 5 (France)
kerbiriou@mnhn.fr et jmarmet@mnhn.fr

Julien TOUROULT

Muséum national d'Histoire naturelle, UMS2006 Patrimoine naturel,
case postale 41, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 5 (France)
julien.touroult@mnhn.fr

Publié le 15 février 2017

Coly R., Barré K., Gourdain P., Kerbiriou C., Marmet J. & Touroult J. 2017. — Études chiroptérologiques dans les dossiers réglementaires éoliens : disponibilité de l'information et conformité avec les recommandations nationales et européennes. *Naturae* 3: 1-10.

RÉSUMÉ

Les études réglementaires liées à l'installation des parcs éoliens en France sont constituées d'une étude d'impact environnemental pré-implantation et d'un suivi post-implantation. Si elles ont vocation à évaluer les impacts locaux de ces installations sur la faune et la flore, elles pourraient aussi potentiellement contribuer à une meilleure connaissance des enjeux de conservation globaux. Pour évaluer cela, nous avons collecté des dossiers réglementaires auprès des services instructeurs et mené une analyse sur le volet « Chauve-souris », en se focalisant sur la disponibilité des informations sur la méthode d'inventaire et sur les formats de restitution des données. À partir des dossiers collectés, la grande majorité étant inaccessible, notre étude montre que le faible niveau de documentation des méthodologies et des données d'inventaires limite fortement la possibilité d'exploitation. Ce degré de documentation des métadonnées varie en fonction de la structure ayant conduit l'étude, indépendamment de sa nature. Enfin, sur notre échantillon de 48 dossiers d'études d'impact et 52 dossiers de suivis post-implantation, nous avons mis en évidence que le niveau de documentation des études n'a pas significativement évolué au cours du temps malgré la publication de recommandations techniques et l'évolution de la réglementation. Il paraît donc essentiel d'homogénéiser et d'améliorer les modèles de restitution des données d'inventaires et les méthodes utilisées.

MOTS CLÉS
Chiroptera,
protocoles,
standardisation,
partage de données,
énergie renouvelable,
biodiversité.

ABSTRACT

Bat studies in regulatory reports about onshore wind farms: information availability and compliance with national and European recommendations.

Regulatory studies related to wind farm facilities are constituted of environmental impact studies in pre-implantation step and post-implantation monitoring. The aim of these studies is to assess local impact of these facilities on the flora and fauna, but these studies and their data could also potentially contribute to a better understanding of global conservation issues. To test this, we collected regulatory reports of these studies from administrative services. We then conducted an analysis on the «bat» component, focusing on information availability according to the inventory methods (acoustic point counts, ground records, altitude records, transects and mortality monitoring), assessing the level of documentation, and on the format of data presentation. Concerning collected reports (since August 2011, when studies and availability rules were reinforced in France), only 5.5% (impacts studies) and 6.8% (monitoring) were accessible from French environmental authorities. Our analysis shows that the proportion of reports with a complete level of documentation was 30% for the point count method and for ground records, 60% for altitude records and nothing for others methods. Moreover, the average level of documentation of transects and mortality monitoring is significantly lower than others methods. There is an important organisation effect concerning the level of documentation of methods, but not on the organisation type (public or private sectors, associations). The level of documentation consists in various metadata about context, materials and methods, and sampling design information. However, basic and essential informations concerning some metadata are often missing, such as the duration of acoustic records (this prevents an assessment of the sampling effort). Finally, based on our sample of 48 impact studies and 52 post implantation monitoring reports, we demonstrated that the level of documentation of reports has not progressed significantly over time despite publication of European and French technical guidelines (2008 and 2012, respectively) and despite the evolution of French laws (2011). However, the mortality monitoring is close to significance concerning a progress of level of documentation for before compared to after the evolution of French laws. Our results raise questions about the quality of method used in studies and the reliability of conclusions for the wind farm facilities. We advocate for improved and standardized methods in future studies, as well as the availability of inventory data and their metadata following the SINP (Information System on Nature and Landscapes) model.

KEY WORDS

Chiroptera, protocols, standardization, data sharing, renewable energy, biodiversity.

INTRODUCTION

En application des objectifs mondiaux de réduction des gaz à effet de serre définis lors de la Conférence de Kyoto (1997), l'Union européenne a promu le développement des énergies renouvelables. Plus récemment, la Convention-cadre sur les changements climatiques, ratifiée par 195 pays lors de la 21^{ème} session de la conférence des parties (COP21) du 12 décembre 2015 à Paris, vient renforcer le déploiement des énergies renouvelables parmi lesquelles l'éolien occupe une place importante. Dans le monde, entre 2000 et 2012, la capacité installée de production d'énergie éolienne a été multipliée par 15 (Gsänger & Pitteloud 2012). En Europe, ce poste de production énergétique devrait devenir l'un des plus grands contributeurs pour atteindre l'objectif des 20 % d'électricité renouvelable d'ici à 2020 (EUR-Lex 2009; directive 2009/28/CE). Fort de cette dynamique, le nombre de parcs éoliens a fortement augmenté en France. Ces parcs ont toutefois des impacts directs et indirects sur l'environnement (Erickson & West 2002; Rodrigues *et al.* 2008). Les impacts directs sur l'avifaune et les Chiroptères, comme les collisions avec les pales du rotor (Johnson *et al.* 2000; Dürr & Bach 2004) ou les cas de barotraumatisme (Baerwald *et al.* 2008; Horn *et al.* 2008), entraînent des évènements de mortalité.

De manière plus indirecte, un parc éolien peut, par exemple, occasionner des déviations de trajectoire de vol d'Oiseaux et de Chiroptères qui cherchent à éviter les parcs, ou encore restreindre leur domaine vital (Winkelman 1989; Phillips 1994; Reichenbach 2002; Millon *et al.* 2015; Schuster *et al.* 2015).

Du fait de connaissances encore lacunaires et fragmentaires, une des particularités des projets éoliens réside dans le fait que leurs impacts sont actuellement peu prévisibles. Il est ainsi impossible pour l'instant de quantifier l'impact d'un futur parc. De même, ces impacts sont continus dans le temps et relativement diffus avec parfois de brefs épisodes de forte mortalité lors de passages migratoires par exemple (Cryan & Brown 2007). D'un point de vue spatial les mortalités peuvent varier très fortement au sein d'une même région (Baerwald & Barclay 2009) et parfois même d'une éolienne à l'autre au sein même d'un parc éolien. Ces éléments rendent l'étude de l'impact très complexe, ainsi que l'application de la réglementation habituelle exigeant l'application de la séquence éviter-réduire-compenser (ERC). Dans un objectif d'une absence de perte nette, c'est notamment la compensation qui pose problème, dans la mesure où celle-ci doit compenser l'impact restant malgré les étapes d'évitement et de réduction, sachant que l'impact est difficilement quantifiable ! L'éolien constitue donc un réel problème dans la prise en compte de la

biodiversité dans l'aménagement du territoire, et face à l'essor de l'énergie éolienne il devient indispensable d'approfondir les études à ce sujet.

Deux décrets (23 août 2011, n°2011-984 et n°2011-985) soumettent les projets éoliens à la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Cette réglementation renforce l'obligation pour les développeurs d'effectuer une étude d'impact environnemental (un pré-diagnostic réalisé par une approche large, puis un diagnostic plus précis qui constitue une étude approfondie de l'état initial) et un suivi post-implantation au moins une fois lors des trois premières années de fonctionnement, puis une fois tous les dix ans. Ces études reposent sur l'analyse descriptive et fonctionnelle de différents thèmes environnementaux (e.g. fonctionnalités écologiques du secteur concerné, espaces vitaux nécessaires au maintien des espèces protégées, fonctionnement des écosystèmes concernés) et sur le suivi de la mortalité de la faune volante (MEDDE 2010).

En parallèle de ces nouvelles obligations, concernant les Chiroptères, Eurobats (accord relatif à la Conservation des Populations de Chauves-souris d'Europe) a publié en 2008 (Rodrigues *et al.* 2008), et mis à jour en 2014 (Rodrigues *et al.* 2014), des recommandations européennes pour évaluer les impacts potentiels des éoliennes et pour que les parcs prennent en compte les exigences écologiques des Chiroptères. Ces recommandations s'appuient sur le corpus scientifique disponible lors de leur rédaction. Une déclinaison nationale de ces préconisations techniques a été effectuée en 2012 par le Groupe Chiroptères de la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFPEM 2012).

Contrairement aux Oiseaux, nous manquons de connaissances sur la relation Chiroptères-éoliennes, à commencer par la quantification de la mortalité dans un contexte et une saison donnés dû à un fort taux de disparition des cadavres la nuit et une détectabilité très réduite, mais également au sujet des mécanismes d'évitement des parcs éoliens (Millon *et al.* 2015), de l'attraction des éoliennes sur les Chiroptères (Cryan 2008) ainsi que l'influence à plus ou moins grande distance sur la fréquentation des différents habitats attenants.

L'amélioration des connaissances sur cette problématique éolienne et Chauves-souris à plus large échelle pourrait passer par une méta-analyse des données présentes et normalement disponibles dans les dossiers d'études d'impact et de suivis post-implantation. Pour cela, il est nécessaire: 1) de bancaiser les données issues de ces études; et 2) d'associer des métadonnées (protocole utilisé, plan d'échantillonnage mis en œuvre) afin de quantifier les efforts d'échantillonnage, condition *sine qua non* à l'exploitation de ces données. En effet, si l'un des enjeux centraux est actuellement de rendre les données naturalistes mobilisables, l'information sur leurs modalités d'acquisition est déterminante pour connaître leurs champs d'application (Ichter *et al.* 2014).

L'approche centrée sur l'accessibilité aux dossiers réglementaires permet, au-delà de la bancaisation des données et leurs métadonnées, d'estimer le niveau de documentation des dossiers utilisés dans l'avis de recevabilité par l'autorité environnementale concernant les autorisations d'exploitation.

Il est donc également important de veiller à ce que ces autorisations soient délivrées à partir d'études remplissant les critères nécessaires à un jugement le plus pertinent possible, notamment en ce qui concerne la remise en cause ou non de l'état de conservation des espèces de Chiroptères. D'autre part, dans le cadre des suivis post-implantation, il est nécessaire que les méthodes et plans d'échantillonnage mis en œuvre permettent des comparaisons avant-après implantation.

Potentiellement, la mise en commun des informations contenues dans ces nombreuses études devrait également permettre d'aborder des questions comme: quelles sont les principales espèces susceptibles d'être impactées par les parcs éoliens? Quel est l'impact des éoliennes sur les dynamiques régionales et nationales des populations de Chauves-souris? Quelles sont les configurations les plus impactantes? Quelle est la saisonnalité de l'impact?

Nous proposons donc dans cette étude, un premier audit des données d'inventaires chiroptérologiques collectées dans le cadre d'implantations d'éoliennes, à savoir dans les diagnostics d'étude d'impact et les suivis de mortalité et de populations post-implantation. La démarche s'articule autour de quatre axes de questionnement:

- Quelle est la facilité d'accès aux dossiers?
- Quel est le niveau de documentation selon les types de dossiers et les protocoles?
- Quels sont les facteurs qui influencent ce niveau de documentation (maître d'ouvrage, prestataire, publication des recommandations, passage au régime des ICPE)?
- Quels sont les formats de restitution de données utilisés dans les dossiers?

MATÉRIEL ET MÉTHODES

PROCÉDURE DE RECUEIL DES DOSSIERS

Les dossiers d'études d'impact et de suivis ont été recueillis entre mars et juin 2015 auprès des Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), des Directions départementales des Territoires (DDT) et des Unités territoriales (UT). À l'exception de l'Aquitaine, de l'Alsace et de la Corse, dépourvues ou presque d'éoliennes, l'ensemble des DREAL de France métropolitaine a été contacté. Des relances ont été effectuées systématiquement.

GRILLE DE LECTURE DES DOSSIERS

Afin d'évaluer le niveau de documentation des dispositifs de collecte des données, nous avons d'abord procédé à la mise en place d'une grille de lecture sous la forme d'un tableur Excel. Cette grille a été conçue en relation avec le groupe de travail «éolien» de la SFPEM et reprend point par point les préconisations d'Eurobats (Rodrigues *et al.* 2014) et de la SFPEM (2012). Elle regroupe des informations relatives aux métadonnées dans l'étude d'impact comme la date et l'heure d'inventaire, la durée effective, le nombre de points et la hauteur d'écoute ou encore la distance et la vitesse de parcours des transects. Pour les suivis post-implantation, il s'agit de la surface prospectée lors de la recherche de cadavres, le taux

TABLEAU 1. — Synthèse du niveau d'accessibilité (taux de présence de la métadonnée sur l'ensemble des dossiers utilisant ce protocole) aux différentes métadonnées de chaque protocole d'inventaire pour les deux types de dossiers. Les métadonnées ne concernant pas un ou plusieurs protocoles sont notées avec un tiret. Abréviations, types de dossiers: **EIE**, étude d'impact environnemental; **S**, suivi post-implantation; métadonnées: **RG**, recherche de gîte; **PE**, point d'écoute; **EA**, enregistrement en altitude; **ES**, enregistrement au sol; **TR**, transect; **SM**, suivi de mortalité.

	Types de dossiers					
	EIE	EIE / S				S
	RG n = 29	PE n = 33 / 19	EA n = 8 / 6	ES n = 19 / 4	TR n = 27 / 12	SM n = 28
Protocoles d'inventaires						
Informations contextuelles						
Date et heure d'inventaire	0,56	0,78	1	0,89	0,77	1
Conditions climatiques	0	0,60	0,8	0,84	0,51	0,35
Coordonnées des cadavres	-	-	-	-	-	0
Type de blessure	-	-	-	-	-	0
Phases lunaires	-	0	0	0	0	0,07
Etat de la carcasse	-	-	-	-	-	0,25
Hauteur de la végétation	-	-	-	-	-	0,35
Description de l'occupation du sol	0	0	0	0	0	0,53
Numéro de l'éolienne	-	-	-	-	-	1
Méthodologie et matériel utilisé						
Matériel utilisé	1	1	1	1	1	-
Rayon de recherche	0,48	-	-	-	-	0,88
Hauteur d'écoutes	-	-	1	-	-	-
Vitesse de prospection	-	-	-	-	0,07	0
Distance des transects	-	-	-	-	0	-
Taux de prédation	-	-	-	-	-	0,39
Taux de découverte	-	-	-	-	-	0,39
Distance par rapport au mât	-	-	-	-	-	0,67
Effort d'échantillonnage						
Plan d'échantillonnage	-	0,72	1	0,84	0,31	-
Nombre de points d'écoute/transects/site prospectés	0,31	0,60	1	0,84	0,14	1
Durée des écoutes	-	0,51	0,6	0,36	0,07	-
Nombre de passages	0	0,72	1	0,89	0,77	0
Durée par éolienne	-	-	-	-	-	0,64

de prédation ou encore la distance au mât de l'éolienne... Ces métadonnées permettent ainsi de caractériser le niveau d'information sur les différents protocoles d'étude utilisés dans les dossiers et tout particulièrement d'estimer l'effort d'observation.

Une fois la structure de la grille constituée, l'information contenue dans chaque dossier d'étude d'impact et de suivi post-implantation a été extraite et transcrite dans une table Excel. Cette information a été collectée sous deux formes: l'une dite « brute » (par exemple le nombre de points d'enregistrement au sol, le nombre de nuits d'écoute, etc.) et l'autre codée en présence/absence de l'information dans le dossier. C'est l'analyse de cette information codée en 0/1 qui sera présentée dans cette étude.

ANALYSE DU JEU DE DONNÉES CONSTITUÉ

Tous les protocoles étudiés peuvent être utilisés à la fois dans les dossiers d'études d'impact et dans les suivis post-implantation, excepté la recherche de gîtes et le suivi de mortalité qui ne sont utilisés respectivement que dans les études d'impact et les suivis post-implantation.

Afin d'appréhender la documentation de ces protocoles d'inventaires (enregistrement au sol, enregistrement en altitude, point d'écoute, transect, recherche de gîtes et suivi de mortalité), nous avons mis en place un indice de degré de documentation allant de 0 à 1. Cet indice correspond au rapport entre le nombre de métadonnées mentionnées dans chaque dossier

pour chaque protocole et le nombre total de métadonnées recommandées par le comité Eurobats et la SFPEM pour la description des protocoles d'inventaires (ces métadonnées ainsi que leur niveau d'accessibilité dans les dossiers sont présentés dans le Tableau 1). Plus l'indice tend vers 1 plus le niveau de description est bon. Selon les analyses effectuées l'indice sera décliné à quatre échelles différentes et pour certaines au moyen de moyennes arithmétiques: celle des différentes métadonnées de protocoles, celle des protocoles (enregistrement continu en altitude, enregistrement continu au sol, points d'écoute, transects et suivi de mortalité), celle des types de dossiers tous protocoles confondus (études d'impact et suivis post-implantation) et une globale tous types de dossiers confondus.

Pour cette variable du niveau de documentation par dossier, nous avons étudié son évolution au cours du temps pour l'ensemble des études d'impact et pour l'ensemble des suivis post-implantation (suivi de population et suivi de mortalité). Pour tester cette évolution nous avons utilisé des modèles linéaires généralisés (GLM) avec plusieurs variables temporelles testées indépendamment, à savoir: l'année de l'étude (année), la date de l'étude par rapport à la date de publication des recommandations Eurobats, c'est-à-dire avant 2008 inclus ou à partir de 2009 inclus (avant/après Eurobats), la date de l'étude par rapport à la date de passage des projets éoliens sous la réglementation ICPE à savoir avant le 23 août 2011 ou à partir du 23 août 2011 (avant/après ICPE), et la date de l'étude par rapport aux dates Eurobats et ICPE

TABLEAU 2. — Nombre de dossiers obtenus par type d'étude (études d'impact environnemental et suivis) et nombre de parcs éoliens installés, par région et par période pré ou post-réglementation ICPE. Abréviations : EIE, études d'impact environnemental. * Source : http://www.thewindpower.net/country_zones_fr_1_france.php, actualisation novembre 2015

Région	EIE récoltées		Suivis récoltés		Nombre de parcs par région*	
	Avant ICPE	Après ICPE	Avant ICPE	Après ICPE	Avant ICPE	Après ICPE
Alsace	0	0	0	0	1	0
Aquitaine	0	0	0	0	2	0
Auvergne	0	0	0	0	12	14
Basse-Normandie	0	0	0	0	19	16
Bourgogne	0	0	0	0	1	21
Bretagne	0	0	1	1	71	15
Centre	3	2	0	0	63	10
Champagne-Ardenne	2	0	0	0	67	76
Corse	0	0	0	0	0	4
Franche-Comté	0	0	0	0	4	0
Haute-Normandie	0	0	0	0	30	0
Ile-de-France	0	0	0	0	1	1
Languedoc-Roussillon	5	0	0	0	34	40
Limousin	0	0	0	0	4	2
Lorraine	0	0	6	10	67	5
Midi-Pyrénées	7	2	0	2	10	33
Nord-Pas-de-Calais	3	8	0	0	82	0
Pays de la Loire	5	2	10	12	50	19
Picardie	2	5	0	0	100	56
Poitou-Charentes	1	1	0	0	18	33
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	0	0	0	0	0	6
Rhône-Alpes	0	0	0	0	16	14
Total	28	20	17	25	652	365

combinées sur les mêmes critères que ceux cités précédemment (avant-apres-EurobatsICPE). En plus de la variable temporelle testée nous avons intégré dans les GLM l'effet potentiel d'une covariable relative à la structure et au type de structure ayant réalisé l'étude (établissements publics, bureaux d'études et associations).

Enfin, nous avons également étudié les différentes formes de restitution des données d'inventaires : tableaux de données brutes, graphiques et commentaires de résultats.

RÉSULTATS

ACCESSIBILITÉ DES DOSSIERS

Les démarches entreprises pour collecter les dossiers nous ont permis de recueillir 48 dossiers d'études d'impact et 52 dossiers de suivis post-implantation réalisés entre 2004 et 2014 (Tableau 2). Par rapport aux études qui devraient être accessibles car postérieures au passage à la réglementation ICPE, ceci représente 5.5 % des études d'impact et 6.8 % des suivis. Le mode de transmission et d'acquisition des dossiers est variable : par mail (49 % des dossiers), clés USB et CD-ROM (23 %), ou téléchargement en ligne sur les sites internet des DREAL (18 %). Les études disponibles uniquement en version papier ont été consultées sur place (10 %).

Plus de 90 % des dossiers concernant les études réalisées après la mise en place de la réglementation des ICPE, pour lesquelles l'étude d'impact et le suivi sont obligatoires, n'ont pas pu être obtenus (Tableau 2). Cependant la part de dossiers obtenus concernant les études réalisées après l'inscription au régime ICPE est significativement plus importante (Khi2 = 16,8 ;

ddl = 1 ; $p < 0.001$) que celle de dossiers concernant des études antérieures.

NIVEAU DE DOCUMENTATION

Documentation par type de dossier et protocole

Le niveau de documentation moyen pour les études d'impact et les suivis post-implantation est relativement faible, et ne diffère pas entre ces deux types de dossiers (test de Kruskal-Wallis, $n = 115$, p -value = 0.44 ; Fig. 1). La variabilité est relativement importante entre des structures qui documentent très bien leurs dossiers et d'autres très mal.

Sur l'ensemble des dossiers analysés, la proportion présentant un bon niveau de description (indice = 1) du protocole points d'écoute ($n = 33$) est de 30 %, également de 30 % pour les enregistrements au sol ($n = 19$) et 60 % pour les enregistrements en altitude ($n = 8$). Pour les autres protocoles (transects et suivis de mortalité), aucun dossier ne présente un indice = 1 du fait de l'absence d'information telles que la distance des transects et les coordonnées géographiques des cadavres pour les suivis de mortalité.

Il existe une différence significative dans le niveau de documentation moyen des différents protocoles (test de Kruskal-Wallis, $n = 115$, p -value < 0.0001 ; Fig. 2). Les protocoles transect acoustique (TR) et suivi de mortalité (SM) font l'objet d'un niveau de documentation significativement moins important (b) que tous les autres protocoles (a). En revanche nous n'observons pas de différence significative entre ces autres protocoles (points d'écoute, enregistrements au sol et en altitude) ainsi qu'entre TR et SM (test de comparaison multiple Kruskal-Wallis, $n = 115$, p -value > 0.05 ; Fig. 2).

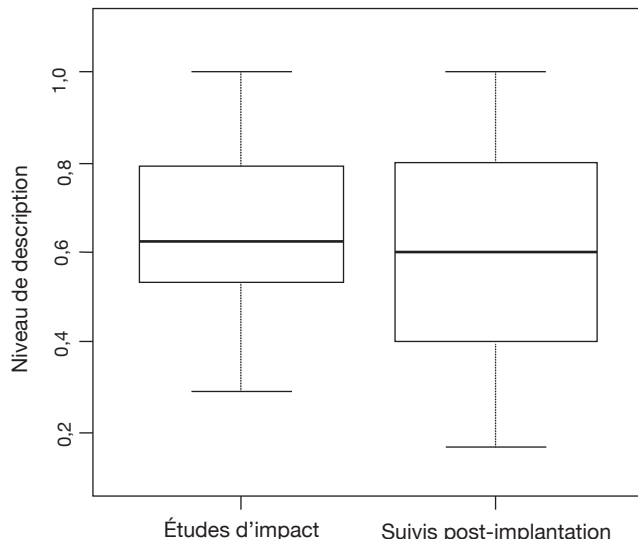


FIG. 1. — Répartition des deux types de dossiers (études d'impact et suivis post-implantation) selon l'indice de description global.

Nous observons une importante hétérogénéité dans le niveau de description des protocoles en fonction de la structure en charge de l'étude. En effet, à titre d'exemple, nous constatons un niveau de description du protocole point d'écoute acoustique dans les études d'impact qui diffère significativement entre sept structures l'ayant utilisé sur plusieurs dossiers réglementaires (test de Kruskal-Wallis, $n = 18$, p -value < 0.05). Parmi ces structures nous observons trois groupes (a, b et c) ayant un niveau de description significativement distinct (test de comparaison multiple Kruskal-Wallis, $n = 18$, p -value < 0.05 , Fig. 3). En revanche le niveau de description de ce protocole ne diffère pas entre les différents développeurs éoliens (test de Kruskal-Wallis, $n = 18$, p -value = 0.35).

Analyse détaillée des métadonnées de chaque protocole

À l'exception des indications concernant le type de matériel utilisé, nous notons des lacunes récurrentes pour l'ensemble des autres informations constituant les métadonnées associées aux protocoles (Tableau 1). En particulier, des informations simples et essentielles relatives à l'effort d'échantillonnage, telles que la durée des écoutes acoustiques, sont manquantes dans plus de 50 % des cas. Les suivis de mortalité et les transects acoustiques présentent un nombre plus important d'informations manquantes comparativement aux enregistrements et points d'écoute. Les coordonnées géographiques des cadavres de Chiroptères identifiés, information recommandée dans les guides Eurobats et SFEPM, ne sont présentes dans aucun des 28 dossiers de suivi de mortalité analysés.

Évolution du niveau de documentation des études

Concernant les études d'impact ($n = 48$), aucune amélioration au cours du temps (GLM, *annee* p -value = 0.72) ni après recommandations ou passage au régime des ICPE n'a été détectée (GLM, *avantapresEurobats* p -value = 0.25 ; *avantapresICPE* p -value = 0.92 ; *avantapresEurobatsICPE* p -value = 0.51). Parmi les autres variables incluses dans

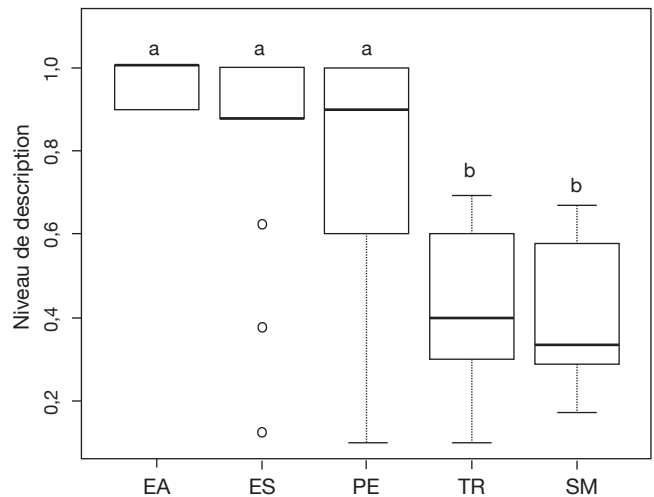


FIG. 2. — Indices du niveau de description des différents protocoles d'études acoustiques et du protocole de suivi de mortalité. Abréviations: **EA**, enregistrement en altitude; **ES**, enregistrement au sol; **PE**, points d'écoute; **TR**, transects; **SM**, suivi de mortalité.

l'analyse, les résultats indiquent que le niveau de documentation des études est corrélé aux développeurs éoliens concernés (GLM, p -value < 0.05) ainsi qu'aux structures en charge des études (GLM, p -value < 0.01) indépendamment de leur nature (établissements publics, bureaux d'études ou associations). En revanche nous n'avons pas détecté de relation entre les structures et les développeurs éoliens (Khi2 = 595, ddl = 572, p -value = 0.25), signifiant probablement que les développeurs ne font pas systématiquement appel aux mêmes structures pour les études d'impact.

Il en est de même pour les suivis acoustiques post-implantation ($n = 41$) puisqu'aucune amélioration de la description des protocoles n'est observée au cours du temps (GLM, *annee* p -value = 0.59 ; *avantapresEurobats* p -value = 0.96 ; *avantapresICPE* p -value = 0.84 ; *avantapresEurobatsICPE* p -value = 0.40). En revanche les modèles indiquent que le niveau de documentation des études est significativement lié aux développeurs (GLM, p -value < 0.0001) ainsi qu'aux structures elles-mêmes (GLM, p -value < 0.001), et leur nature (GLM, p -value < 0.001). Concernant la nature des structures, nous manquons de puissance et de variabilité pour conclure au sujet des dossiers d'établissements publics pour les suivis acoustiques post-implantation ($n = 4$), cependant il ne semble pas exister de différences dans le niveau de description des dossiers entre les bureaux d'études et les associations (test de Tukey, p -value = 0.99). Également, il reste difficile de distinguer les effets respectifs des structures et des développeurs puisque ces deux variables sont fortement liées (Khi2 = 465, ddl = 196, p -value < 0.0001).

Nous n'observons pas non plus d'amélioration du niveau de documentation des suivis de mortalité ($n=28$) dans le temps (GLM, *annee* p -value = 0.83 ; *avantapresEurobats* p -value = 0.59 ; *avantapresICPE* p -value = 0.053 ; *avantapresEurobatsICPE* p -value = 0.13), bien qu'il semble y avoir une légère amélioration du niveau de documentation des suivis mortalité après passage sous le régime ICPE.

Le niveau de documentation reste également dépendant des développeurs (GLM, p -value < 0.05) et des structures elles-mêmes indépendamment de leur nature (GLM, p -values < 0.001). De même que pour les suivis acoustiques de populations, il reste difficile de séparer les effets respectifs de ces deux variables puisqu'elles sont une nouvelle fois liées (Khi2 = 185, ddl = 144, p -value < 0.05).

FORMATS DE RESTITUTION DES DONNÉES DANS LES DOSSIERS

En plus du niveau de documentation, l'autre paramètre essentiel pour l'exploitation des dossiers est la présence de données brutes et détaillées ainsi que le mode de restitution (tableaux bruts ou de synthèse, graphiques, commentaires narratifs des résultats). La restitution sous forme de tableaux de données brutes et détaillées pour chaque protocole permettrait de garantir une extraction et une exploitation des données. Cependant, ce mode de restitution n'est actuellement utilisé que dans 20 % des dossiers (parmi lesquels : 10 % d'études d'impact et 90 % de suivis de population post-implantation). Dans le reste des dossiers, seuls des tableaux de synthèse, des représentations graphiques ou une interprétation des résultats sont disponibles. Il est cependant possible que ces données brutes soient bancarisées par les prestataires, voire partagées dans un cadre partenarial (Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) régional ou de façon bilatérale avec des associations) mais ceci n'est pas mentionné dans les dossiers et n'est pas actuellement généralisé d'après les contacts que nous avons eus avec les DREAL lors de cette étude.

En ce qui concerne les données de suivis de mortalité, les données brutes (nombre de cadavres), figurent dans 100 % des dossiers. Dans 40 % de ces dossiers, il n'y aucune prise en compte du biais de détectabilité des cadavres, pourtant paramètre clé pour estimer correctement la mortalité (Rodrigues *et al.* 2008).

DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude met en évidence : 1) les difficultés d'accès aux dossiers ; 2) les lacunes concernant la présence d'informations relatives aux dispositifs de collecte des données (lacunes non améliorées par la publication des mesures Eurobats et le passage au régime des ICPE) ; ou encore 3) le peu de données brutes directement bancarisables sous leur forme la moins transformée (date/localité/espèce).

DIFFICULTÉS D'ACCÈS AUX DOSSIERS

Tout d'abord, concernant l'accessibilité des dossiers, notre hypothèse de départ était que la réglementation ICPE applicable aux éoliennes depuis août 2011 inciterait les services instructeurs à structurer l'archivage de ces rapports d'études et à les communiquer à toute personne qui en ferait une demande. La recherche systématique des dossiers lors de cette étude montre une très faible accessibilité et des circuits d'accès plus ou moins complexes selon les régions. Ceci est dû à divers facteurs tels que l'inexistence de systèmes

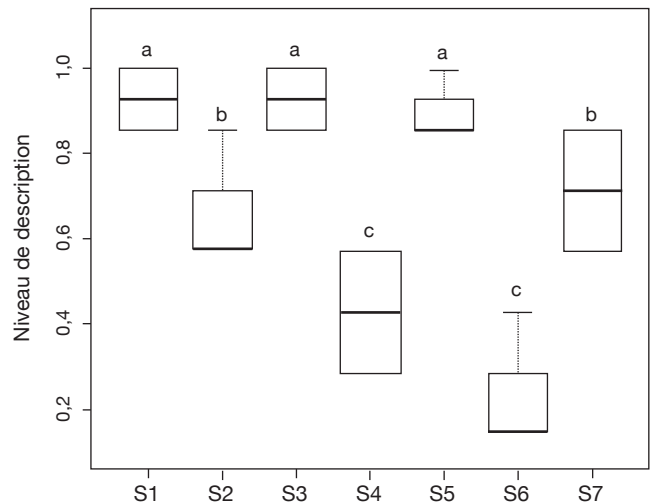


Fig. 3. — Indices du niveau de description du protocole point d'écoute acoustique obtenu pour sept structures (S).

d'archivages efficaces dans les DREAL, à des personnels surchargés qui ne peuvent prendre le temps de répondre à ce genre de sollicitations, à un refus de diffuser l'information malgré les textes qui obligent les administrations à le faire, ou encore à l'indisponibilité de dossiers « anciens » pour cause de destruction régulière ou de perte. Cependant nous avons constaté une accessibilité significativement meilleure pour les dossiers instruits après 2011, bien que le taux reste faible. Ceci pourrait être dû aux exigences plus importantes pour les développeurs éoliens suite au passage à la réglementation ICPE. Les développeurs estimant avoir réalisé de bonnes études ont ainsi probablement fait un effort plus conséquent de mise à disposition des dossiers. Ce sont aussi des dossiers plus récents, qui ont donc moins de risques d'être égarés. D'autres raisons indépendantes de la réglementation ICPE pourraient en être la source telle que la pression montante d'une contestation au sujet des autorisations délivrées et de la fiabilité de la prédiction de l'impact, et du contournement de la loi (qui n'impose la compensation écologique que des impacts avérés et non potentiels), incitant à plus de transparence. En 2015, des avis rendus par la commission d'accès aux documents administratifs (CADA) ont réaffirmé l'obligation de transmettre ces dossiers aux parties prenantes qui les sollicitent (article 311.1 du Code des relations entre le public et l'administration). Des efforts devraient être menés pour favoriser la disponibilité de ces dossiers, par exemple via une centralisation numérique des dossiers récents sur des plateformes accessibles dans les services de l'État, comme c'est déjà le cas dans certaines régions.

Enfin, précisons que la faible disponibilité des dossiers constatée rend l'échantillon sur lequel reposent les analyses statistiques assez faible et hétérogène entre les régions. Il convient ainsi d'être vigilant sur l'interprétation des résultats d'analyses sur une telle taille d'échantillon, ces conclusions seraient donc à confirmer sur un nombre de dossiers plus élevé et représentatif des régions.

LACUNES CONCERNANT LA PRÉSENCE D'INFORMATIONS RELATIVES AUX DISPOSITIFS DE COLLECTE DES DONNÉES

Alors que les recommandations Eurobats (2008) et du Groupe Chiroptères de la SFEPM (2012) précisent les points à documenter dans les études, et que la jurisprudence montre que les insuffisances de documentation des rapports d'études conduisent parfois à la censure des études et à l'annulation des autorisations délivrées aux pétitionnaires par les jugements des tribunaux administratifs, le niveau de description reste modéré et surtout n'a pas évolué significativement dans le temps. En revanche, il varie en fonction des protocoles, des développeurs éoliens et des structures qui réalisent ces études: 1) le niveau moyen de description des transects acoustiques est faible comparé aux autres protocoles. D'après notre expérience, ce résultat pourrait témoigner d'une utilisation de ce protocole comme pré-étude ou qu'il soit considéré comme complémentaire voire redondant aux autres techniques acoustiques. Ainsi cette approche est probablement considérée comme moins importante par la structure réalisant les inventaires, ce qui se répercute dans la documentation associée; et 2) si certaines structures donnent peu d'informations sur la mise en œuvre de leurs protocoles et limitent ainsi la possibilité d'évaluation de la fiabilité des études, d'autres structures au contraire les documentent systématiquement. Il nous paraît donc important de standardiser une trame de restitution complète et homogène à l'intention de l'ensemble des structures concernées. Néanmoins ces disparités dans les niveaux de documentation sont aussi liées aux développeurs éoliens eux-mêmes, bien qu'il ne soit possible de distinguer les effets respectifs des structures et des développeurs que dans le cas des études d'impact. Nous pouvons ainsi supposer que la qualité du dossier serait aussi en partie liée au développeur qui fixe les termes du contrat avec la structure lors de l'appel d'offre. Nous pouvons donc imaginer que la plupart des structures ne négocient pas les clauses avec des développeurs. Ces manques d'informations dans les dossiers seraient ainsi liés en partie aux structures et en partie aux développeurs. Cependant dans les deux cas, les hypothèses justifiant le manque d'informations qui auraient dû figurer dans les rapports selon les recommandations, pourraient être un volume de travail sous-estimé par les deux parties lors de l'appel d'offre et la réponse à l'appel d'offre, impliquant un rendu insuffisant par manque de temps, ou encore un manque d'informations volontaire pour masquer un effort de prospection insuffisant (durée des écoutes, nombre de points, nombre de passages...) et sujet à contestation. Réglementairement, c'est au développeur qu'incombe la responsabilité du cahier des charges de l'étude. Il doit donc s'approprier *a minima* les éléments composant l'évaluation à conduire en rapport avec son projet et donc, par exemple, imposer dans les clauses un nombre minimum de jours nécessaires. Mais la responsabilité est partagée, car ce sont aux structures en charge de l'étude sur le terrain (bureaux d'étude, associations...) qu'il incombe d'assister le maître d'ouvrage dans la transparence et la traçabilité des différentes étapes (Lavoux & Féménias 2011).

Nous notons cependant un début d'amélioration concernant les suivis de mortalité avec un résultat proche de la significativité. Ceci pourrait s'expliquer notamment par l'obligation de mise à disposition de ces rapports suite au passage à la réglementation ICPE, la mortalité et en particulier la qualité et la fiabilité des recherches de cadavres au sol sous éolienne étant un sujet sensible et largement débattu.

PEU DE DONNÉES BRUTES DIRECTEMENT BANCARISABLES

Bien que la gestion des bases de données et leur partage se développent, la majorité des données brutes relatives aux études éoliennes restent inaccessibles, tant dans les études elles-mêmes que dans le SINP. Cela compromet fortement leur utilisation pour toute nouvelle analyse. Une des recommandations serait de standardiser les modèles de restitution des données et métadonnées d'inventaires et de suivis chiroptérologiques, dans le cadre des standards du SINP. Le standard de données d'occurrence SINP (Jomier *et al.* 2015) y répond déjà en grande partie mais son usage n'est pas encore systématique. La documentation des métadonnées est encore très peu standardisée et des formats standards de données déclinés par protocole restent encore à établir. Le Tableau 3, réalisé pour des données provenant de points d'écoute peut servir d'exemple et être décliné en fonction des protocoles. Ces formats, notamment ceux du SINP, devraient être intégrés dans les clauses des appels d'offre pour les études et exigés par les services instructeurs aux structures réalisant les études afin que celles-ci standardisent leurs données et métadonnées, et les annexent aux dossiers.

CONCLUSION

Les limites constatées dans la documentation des dispositifs de collecte de données chiroptérologiques amènent à s'interroger sur la qualité de la mise en œuvre des protocoles et sur la robustesse des conclusions qui en sont tirées. Avec presque 1000 parcs éoliens répartis sur l'ensemble du territoire français, l'amélioration du niveau de documentation et le partage des données ouvrirait des pistes d'analyse à l'échelle régionale et nationale, échelles pertinentes pour mesurer les impacts cumulés et les stratégies d'implantations optimales. Plusieurs régions ont entamé des démarches dans le sens de la mise à disposition des études et du partage des données issues de ces études, qui devront être consolidées pour arriver à cet objectif. Les potentialités offertes par une amélioration de la description des métadonnées dans les dossiers réglementaires constituent donc un enjeu majeur pour atteindre l'objectif de superposition d'une fonction de production d'énergie sur le territoire et de maintien des populations de Chiroptères. Une centralisation systématique et régulière dans le temps des dossiers et la bancarisation pérenne de leurs données brutes selon le format SINP, ainsi qu'une accessibilité pour les organismes de recherche et autres parties prenantes de

TABLEAU 3. — Exemple de tableau standard de données thématique pour les points d'écoute. X et Y : coordonnées géographiques Lambert 93 - EPGS : 2154.

Métadonnées						Données				
Date	Conditions météorologiques	Heure : début/fin	N° point d'écoute	X	Y	Type d'habitat	Matériels	Espèces	Nombre de contacts	Activité
07/08/15	T°C/vent/pluie	20h-20h10	1	X (L93)	Y (L93)	1	Ex : D240X	Pipistrelle commune	(n)	Ex : transit
		20h15-20h25	2	X (L93)	Y (L93)	2	Ex : D240X	Barbastelle d'Europe Petit Murin Grand Murin	(n) (n) (n)	Ex : chasse Ex : transit Ex : chasse
09/10/15	T°C/vent/pluie	Début-fin	(n)	X (L93)	Y (L93)	(n)	(x) détecteur	(x) Sp	(x) contacts	Activité

ces sujets, seraient une manière efficace de répondre à ces enjeux. De plus, l'enjeu de ces améliorations pourrait se situer au niveau de la compensation écologique des impacts de l'éolien sur les Chiroptères, en inscrivant mieux ces projets dans la démarche ERC, trop souvent inappliquée ou bien de manière hasardeuse (Peste *et al.* 2015), ne permettant pas de juger de l'efficacité des mesures. Ces éléments pourraient constituer les prochains axes de recherche lorsque les facteurs de blocage soulevés par notre étude auront été levés. Ceci se justifie d'autant plus dans un contexte actuel où des espèces de milieu ouvert particulièrement sujettes aux collisions avec les éoliennes voient leurs abondances chuter depuis 10 ans (Kerbirou *et al.* 2015) sans que les causes soient réellement identifiées.

Remerciements

Nous tenons à remercier Mme Gaëlle Legall (Chef du pôle infrastructure, DREAL Lorraine), Mme Nathalie Propier (Chargée de mission, DREAL Midi-Pyrénées), Mme Muriel Faurre, Mme Myriam Le Neillon, Mme Françoise Sarrazin (DREAL Pays de la Loire), M. Martial Makloufi, M. Francis Olivereau (DREAL Centre-Val de Loire), M. Luis De Sousa (Chargé de mission, DREAL Languedoc-Roussillon), M. Pascal de Saint Vaast (Inspecteur des installations classées, DREAL Nord-Pas-de-Calais), M. Jean-Noël Mazere (DDTM, Vendée) et M. David Gonidec (Chargé de protection de la biodiversité DREAL Picardie) pour leur collaboration dans la transmission de rapports ayant permis la réalisation de cette étude. Nous remercions particulièrement Arnaud Le Nevé de la DREAL Pays-de-la-Loire pour sa contribution lors de l'initiation de l'étude et son aide dans la compréhension de l'articulation et le fonctionnement des différents services étatiques en charge de l'instruction des dossiers d'études d'impact et de suivis post-implantation. Nous remercions également le groupe éolien de la SFPEM pour son regard d'expert sur la construction d'une grille de lecture des dossiers, véritable socle de cette étude. Enfin nous remercions Étienne Ouvrard du groupe éolien de la SFPEM et Yves Bas du MNHN pour l'apport de leurs expériences dans les dossiers réglementaires éolien. Nous remercions les deux évaluateurs de l'article (Laurent Tillon de l'ONF et un relecteur anonyme) pour leur relecture vigilante et leurs conseils d'amélioration de l'étude.

RÉFÉRENCES

- BAERWALD E. F. & BARCLAY R. M. R. 2009. — Geographic Variation in Activity and Fatality of Migratory Bats at Wind Energy Facilities. *Journal of Mammalogy* 90: 1341-1349. <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-104R.1>
- BAERWALD E. F., D'AMOURS G. H., KLUG B. J. & BARCLAY R. M. R. 2008. — Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18: 695, 696. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.029>
- CONVENTION CADRE SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2015. — <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/fre/109r01f.pdf>
- CRYAN P. M. 2008. — Mating Behavior as a Possible Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines. *The Journal of Wildlife Management*, 72: 845-849. <https://doi.org/10.2193/2007-371>
- CRYAN P. M. & BROWN A. C. 2007. — Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. *Biological Conservation* 139 (1): 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.05.019>
- DÜRR T. & BACH L. 2004. — Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 7: 253-264.
- ERICKSON J. L. & WEST S. D. 2002. — The Influence of Regional Climate and Nightly Weather Conditions on Activity Patterns of Insectivorous Bats. *Acta Chiropterologica* 4: 17-24. <https://doi.org/10.3161/001.004.0103>
- EUR-LEX. 2009. — <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=fr>
- GSÄNGER S. & PITTELOU J. D. 2012. — *World Wind Energy Annual Report 2012*. WWEA Head Office, Bonn, Germany, 22 p.
- HORN J. W., ARNETT E. B. & KUNZ T. H. 2008. — Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. *The Journal of Wildlife Management* 72: 123-132. <https://doi.org/10.2193/2006-465>
- ICHTER J., PONCET L. & TOUROULT J. 2014. — *Catalogues des méthodes et des protocoles. Phase 1: Étude de définition et proposition d'une démarche*. Rapport MNHN-SPN 2014-52. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 30 p.
- JOHNSON G. D., ERICKSON W. P., STRICKLAND M. D., SHEPHERD M. F. & SHEPHERD D. A. 2000. — *Avian Monitoring Studies at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota: Results of a 4-year study*. Technical report prepared for Northern States Power Co., Minneapolis, MN, 212 p.
- JOMIER R., CHATAIGNER J., PONCET L., LEBEAU Y., ROBERT S., BOURGOIN T., CHAGNOUX S., SALTRE A., BORREMANS C., ARCHAMBEAU A.-S., LECOQ M.-E., PAMERLON S., JUST A., MILON T., COUSIN J.-L., VIEL N. & BARREAU S. 2015. — *Standard de données SINP Occurrences de taxons, version 1.2*, MEDDE/MNHN, Paris, 102 p.
- KERBIRIOU C., JULIEN J. F., BAS Y., MARMET J., LEVIOL I., LORRILLERE R., AZAM C., GASC A. & LOIS G. 2015. — Vigie-Chiro : 9 ans de suivi des tendances des espèces communes. *Symbiose* 34 & 35: 1-4.

- LAVOUX T. & FÉMÉNIAS A. 2011. — *Compétences et professionnalisation des bureaux d'études au regard de la qualité des études d'impact (évaluations environnementales)*. Rapport n° 007411-01 du conseil général de l'environnement et du développement durable, 63 p.
- MEDDE 2010. — *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*. Ministère de l'écologie, du Développement durable et de l'énergie, 191 p.
- MILLON L., JULIEN J. F., JULLIARD R. & KERBIRIOU C. 2015. — Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering* 75: 250-257. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.050>
- PESTE F., PAULA A., LUÍS P., BERNARDINO J., PEREIRA P., MASCARENHAS M., COSTA H., VIEIRA J., BASTOS C., FONSECA C., JOÃO M. & PEREIRA R. 2015. — How to mitigate impacts of wind farms on bats? A review of potential conservation measures in the European context. *Environmental Impact Assessment Review* 51: 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.11.001>
- PHILLIPS J. F. 1994. — *The Effect of a Wind Farm on the Upland Breeding Bird Communities of Bryn Tili, Mid-Wales: 1993-1994*. RSPB, The Welsh Office, Bryn Aderyn, The Bank, Newtown, Powys.
- REICHENBACH M. 2002. — *Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung*. Dissertation à la TU Berlin, 207 p.
- RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M. J., GOODWIN J., HARBUSCH C. 2008. — Lignes directrices pour la prise en compte des Chauves-souris dans les projets éoliens. *EUROBATS Publication Series 3* (version française).
- RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M. J., KARAPANDZA B., KOVAC D., KERVYN T., DEKKER J., KEPPEL A., BACH P., COLLINS J., HARBUSCH C., PARK K., MICEVSKI B. & MINDERMAN J. 2014. — Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. *EUROBATS Publication Series 6* (English version).
- SCHUSTER E., BULLING L. & KÖPPEL J. 2015. — Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects. *Environmental Management* 56 (2): 300-331. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0501-5>
- SFEPM. 2012. — *Méthodologie pour le diagnostic chiroptérologique des projets éoliens*, 17 p.
- WINKELMANN J. E. 1989. — *Vogels Het Windpark Nabij Urk (Nop): Aanvarings Slachtoffers en Verstoring Van Pleisterende Eenden, Ganzen En Zwanen*. RIN-rapport 89/15, Arnhem, 169 p.

Soumis le 5 février 2016;
accepté le 8 juin 2016;
publié le 15 février 2017.