

Projet d'exploitation d'un parc éolien comportant 3 éoliennes dans la Vallée du Haut Bac (ROM-79)

Du 15 Février 2021 au 25 Février 2021

Observation n°1

Déposée le 17 Décembre 2020 à 20:50
Par Passerault Jean-Michel

Observation:

Monsieur le Commissaire Enquêteur,

Je vous prie de trouver ci-joint la déposition du Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres.

Cordialement,

Jean-Michel Passerault

Administrateur du Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres

1 document joint.

Niort, le 17 décembre 2020

Enquête publique sur la demande d'autorisation environnementale
Parc éolien sur la commune de ROM
Déposition du Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres

Monsieur le Président de la Commission d'Enquête,

Le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres est une association loi 1901 à but non lucratif, créée le 31 décembre 1981 (déclaration au J.O. du 7 janvier 1982 – n° d'association : 0792003906). Elle a été reconnue d'intérêt général et agréée par arrêté préfectoral du 13 mai 1986 au titre de l'article 40 de la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la Nature, agréée à ce même titre par le ministère de l'Environnement. Le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres est également agréé Jeunesse Education Populaire par le Ministère de la Jeunesse et des Sports sous le numéro 79 A 87 02.

Par ailleurs, le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres anime les mesures biodiversité sur le site Natura 2000 concerné par l'implantation (plus de 1500 ha en cours contractualisés). Et il est fortement impliqué dans les dispositifs de mesures compensatoires mises en place en lien avec le passage de la LGV SEA sur la zone.

Le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres dispose donc d'une forte expertise sur ce site, et a toute légitimité pour apporter un avis éclairé.

Un projet en zone Natura 2000 – Zone de Protection Spéciale Oiseaux de Plaine

Attentif au développement éolien en Deux-Sèvres, et investi dans les actions de protection des oiseaux en ZPS, le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres félicite du fait que jusqu'alors, aucun parc ne soit implanté dans les ZPS deux-sévriennes. Nous considérons donc avec surprise, mais aussi avec une grande inquiétude, ce projet.

Nous reprendrons complètement à notre compte l'avis porté par la MRAE sur le projet : « *Le projet est localisé au sein d'un site Natura 2000 ("Plaine de la Mothe-Saint-Héray-Lezay") visant spécifiquement à préserver plusieurs espèces d'oiseaux (en particulier Milan noir, Milan royal, Busard Saint-Martin,*

Busard cendré, Faucon émerillon, Faucon pèlerin, Œdicnème criard, Pluvier doré), espèces qui ont par ailleurs été observées sur les sites de la zone d'implantation potentielle. Au regard des incidences négatives potentielles d'un parc éolien sur les espèces avifaunistiques (notamment l'Outarde canepetière, les busards, l'Œdicnème criard et la Pie-grièche écorcheur, pour lesquels des collisions ont été mises en évidence dans les suivis d'autres parcs éoliens), l'étude d'impact aurait dû présenter des variantes d'implantation privilégiant un évitement complet du site Natura 2000. »

Le Schéma Régional Eolien (SRE) en Poitou-Charentes, validé en 2012, et bien qu'annulé depuis, posait des principes qui nous semble-t-il méritent d'être conservés. Le SRE jugeait comme contraire aux objectifs de gestion des sites Natura 2000 le fait de nuire à leur attractivité, ou de nuire aux possibilités de reconquête, pour les espèces d'intérêt communautaire. Pour le SRE « *Les ZPS et ZSC relèvent donc de secteurs très contraints, où le développement de l'éolien apparaît inadapté.* » Et il est ajouté que « *La démonstration de l'innocuité du développement éolien sur la faune sera un préalable indispensable à tout projet éolien, pouvant nécessiter des études particulièrement approfondies.* »

Nous avons donc cherché dans le dossier présenté cette « démonstration de l'innocuité du développement éolien » sur l'avifaune ayant justifié le classement de la ZPS.

Un état initial sous-estimant considérablement les enjeux avifaune

L'état initial part d'un parti-pris explicite : la zone a été fortement dégradée par les travaux réalisés pour la LGV, les oiseaux sont fortement dérangés par l'exploitation de la ligne, et donc cette zone présenterait peu d'intérêt au plan de l'avifaune. Ce parti-pris nous semble avoir orienté l'ensemble des analyses.

S'agissant des inventaires pour caractériser l'état initial, « *L'avifaune nicheuse a été recensée grâce à un suivi effectué au niveau de 24 points d'écoute (12 IPA au final) d'une durée de 20 minutes répartis sur une zone englobant le site du projet et ses alentours* » (P. 79). La notion de « **projet et ses alentours** » étant vague, il convient de comprendre que cette zone, qualifiée de « zone d'étude », n'est pas l'aire d'étude rapprochée de 3 km. Cette « zone d'étude » ne correspond en fait qu'à un rayon de 1 km (P. 79). Pas étonnant alors que dans la synthèse présentée [Figure 80 : Statut des espèces sur la zone d'étude en 2018 \(Tableau mis à jour 2020\)](#) (P. 193) n'apparaissent même pas dans la liste l'Outarde canepetière, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la reconnaissance comme site Natura 2000 !

Pourtant, les données de la synthèse transmise par le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres pointaient bien la présence de ces espèces « **aux alentours** », pour reprendre l'expression du porteur. Ces données sont d'ailleurs reprises dans les cartographies, mais ignorées dans les conclusions. Nos propres observations « aux alentours » en 2019 et 2020 (sans recherche ciblée) confirment bien cette présence, et le tableau ci-dessous reprend les données les plus proches des éoliennes.

	Données 2019 et 2020 les plus proches des éoliennes		
	Lieu-dit	distance éoliennes	Remarques
Outarde canepetière	Le Chiron Creuge	3 km	poursuites mâle-femelles
Oedicnème criard	Le Poteau	0,5 km	nid
Busard cendré	Pas de Joume	2 km	nid
Busard Saint-Martin	Vieilles vignes	2 km	nid

Source : Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres

On ne peut donc souscrire à la conclusion du porteur de projet « Avec deux espèces d'un intérêt patrimonial fort à très fort (ndlr : Oedicnème criard et Pie-grièche écorcheur), une espèce d'un intérêt moyen à fort et 11 espèces d'un intérêt patrimonial faible à moyen, le site présente en 2018 un intérêt avifaunistique relatif » (P. 96). Le caractère relatif de l'intérêt avifaunistique ne tient qu'à une extrême restriction de la zone inventoriée, ainsi qu'à une pression d'observation insuffisante.

Nous contestons donc la qualification du niveau de sensibilité de « faible » pour l'avifaune, dans le tableau de synthèse de l'état initial (P. 123)

Une étude d'incidence insuffisante

L'article 6 de la Directive « Habitats, Faune, Flore » demande que tout projet susceptible d'affecter un site Natura 2000 de manière significative fasse l'objet d'une évaluation de ses incidences sur le site eu égard aux objectifs de conservation de ce site. Le projet est localisé sur le site Natura 2000 FR5412022 - Plaine de La Mothe-Saint-Héray-Lezay, Site de la directive "Oiseaux". Il doit donc faire l'objet de cette évaluation d'incidence.

Parmi les oiseaux présents sur le site et visés à l'Annexe I de la directive 79/409/CEE du Conseil, sont particulièrement concernés par le projet éolien : L'Outarde canepetière, l'Oedicnème criard, le Busard cendré et le Busard Saint-Martin.

Nous rappellerons par ailleurs que la description du site FR5412022 (Données Natura 2000 – INPN) indique comme incidence négative de niveau moyen la production d'énergie éolienne, à l'intérieur et à l'extérieur du site.

Le fait que (1) il s'agit d'un projet éolien, et que (2) la zone Natura 2000 vise des objectifs de conservation d'oiseaux de plaine inscrits à l'annexe 1 de la directive, cela suffit à comprendre la nécessité d'une évaluation d'incidence extrêmement sérieuse. Or, on ne peut que constater (et nous le montrons ci-dessous) le faible développement de l'évaluation d'incidence. Ceci est d'autant plus problématique que le site est un site majeur pour les espèces citées, en particulier :

- L'Outarde canepetière, dont on touche ici une des dernières zones de survivance : la fragilité des effectifs et les menaces qui pèsent sur cette espèce en danger d'extinction ont conduit à un troisième Plan National d'Actions (PNA Outarde canepetière 2020-2029). C'est dire la mobilisation pour la survie de cette espèce.

- L'Oedicnème criard : l'espèce est considérée comme vulnérable au niveau international, et la région Poitou-Charentes est reconnue d'importance nationale pour cette espèce, la principale zone de nidification de l'Oedicnème en France se situant dans le Centre et le Centre Ouest.

- Le Busard cendré : rapace protégé migrateur dont le Poitou-Charentes/Vendée accueille l'un des principaux noyaux de la population française nicheuse.

Compte-tenu des enjeux sur le site, eu égard au statut de protection de ces espèces ainsi qu'à l'importance du site au niveau européen pour leur conservation, l'évaluation d'incidence aurait dû analyser, pour chacune de ces espèces, les potentielles incidences directes et indirectes du parc éolien. Au lieu de cela, l'étude d'incidence se borne à constater que dans la zone d'implantation, il n'y aura pas d'impact du projet sur les populations d'oiseaux.

Nous avançons donc que l'évaluation d'incidence n'a pas été proportionnée aux enjeux pour le site Natura 2000 FR5412022 - Plaine de La Mothe-Saint-Héray-Lezay.

Le dossier rappelle en début de l'étude d'incidence que « *Aucune disposition légale ou réglementaire n'interdit l'implantation d'un parc éolien au sein ou à proximité d'une ZPS dès lors que la démonstration*

argumentée de l'absence d'incidences significatives du projet sur les objectifs de conservation du site est apportée. Cette dernière attente sera consciencieusement démontrée, argumentation à l'appui, dans le cadre de l'élaboration de l'étude d'évaluation des incidences au titre de Natura 2000. » (P. 137)

Ici nous sommes bien « au sein » d'une ZPS. Nous attendions donc une démonstration « consciencieuse » comme annoncé.

Nous démontrons quant à nous que la « démonstration » n'a pas été « consciencieuse ».

Incidence pour le Busard Saint-Martin

« L'espèce fréquente le site en chasse tout au long de l'année mais elle ne niche pas ni sur la ZIP ni à ses marges » (P 168)

Faux : sauf à considérer des marges ridicules, le Busard Saint-Martin est actuellement nicheur à moins de 2 km de l'éolienne la plus proche, au lieu-dit Vieilles Vignes.

« Le Busard St Martin présente un rayon de déplacement important autour du nid mais cette espèce ne présente aucune sensibilité en termes de pertes de territoires de chasse ou de risque de collision en chasse » (P 168)

Faux : même si le Busard Saint-Martin se classe dans la catégorie des espèces modérément sensibles à l'éolien selon le guide de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres, publié en novembre 2015, les données de mortalité (Dürr, 2017) font état de la découverte de 7 cadavres depuis la mise en place des suivis des parcs éoliens en Europe.

« Aucune incidence n'est retenue sur les objectifs de conservation relatifs à cette espèce sur la ZPS » (P. 168)

Nous contestons donc cette conclusion, on ne peut pas affirmer qu'il n'y a « aucune incidence » du parc éolien sur l'espèce.

Incidence pour le Busard cendré

« Deux individus en migration active ont été observés. L'espèce ne niche ni sur la ZIP ni à ses marges et n'a pas été observée en chasse. » (P. 168)

Faux : l'espèce niche à moins de 2 km de l'éolienne la plus proche, au lieu-dit Pas de Joume. Cette espèce ayant des domaines vitaux extrêmement vastes en période de reproduction, le risque d'interférence avec les éoliennes est fort.

« Le constat est le même que pour le Busard St Martin, la sensibilité de l'espèce est très relative, le risque de collision est lié à l'implantation des éoliennes sur les zones de reproduction. » (P. 168)

Faux : ce rapace est soumis à une sensibilité forte à l'éolien en Europe (classé en catégorie 4 selon le guide de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres), avec 56 cas de collisions recensés en Europe (Dürr, 2017), et 15 cadavres de Busard cendré ont jusqu'alors été trouvés en France.

« Aucune incidence n'est retenue sur les objectifs de conservation relatifs à cette espèce sur la ZPS » (P. 168)

Nous contestons cette conclusion, l'incidence sur l'espèce ne peut pas être considérée comme nulle.

Incidence pour l'Outarde canepetière

« Deux mâles et une femelle ont été observés au sein de l'aire d'étude intermédiaire » (P. 168)

Faux : l'aire d'étude intermédiaire ayant été fixée à un cercle de 12 km de rayon (P. 27), c'est bien évidemment toutes les Outardes canepetières nichant sur Rom qu'il faut intégrer, ainsi que celles des communes limitrophes ! On notera même une donnée récente de poursuite entre mâle et femelles à 3 km de l'éolienne la plus proche (lieu-dit le Chiron Creuge).

« Il convient de rappeler que la jurisprudence sur l'évaluation des incidences des projets éoliens sur les ZPS Natura 2000 protégeant les outardes canepetières retient qu'aucun effet préjudiciable durable pour l'intégrité de ces ZPS ne doit être retenu dès lors que l'instruction fait apparaître que (Tribunal administratif de Poitiers, 9 juin 2016, Association Villeneuve La Comtesse Environnement, n° 1401819) :

–L'aire de reproduction de l'outarde canepetière ne subira aucune interaction avec les éoliennes ;

–Le site éolien n'apparaît pas fréquenté par cette espèce et ;

–Aucun cas de mortalité par collision avec une éolienne n'a été recensé en Europe.

En l'espèce, il ressort des observations effectuées que ces trois conditions sont réunies » (P. 169)

Nous considérons pour notre part que ces conditions ne sont pas réunies. On ne peut pas affirmer que l'aire de reproduction de l'espèce ne subira aucune interaction avec les éoliennes, qui plus est dans une ZPS qui lui est en grande partie dédiée. L'étude d'incidence se doit d'analyser les incidences directes et indirectes. Les incidences indirectes, à distance des éoliennes, en matière de dérangement, étant pour cette espèce à considérer au moins autant que le risque de collision. Nous soutenons que l'absence de recensement de mortalité (néanmoins un cas, Dürr, 2017) ne peut servir d'argument, les seules populations migratrices relictuelles se trouvant dans le centre-ouest de la France, et qu'heureusement les APNE et les services de l'état ont œuvré pour qu'il y ait un minimum d'interaction entre les outardes et les éoliennes !

Les incidences directes sur l'espèce ont été sous-estimées, les incidences indirectes négligées dans l'analyse.

Incidences sur l'Ædicnème criard

« Des couples se reproduisent sur la ZIP » (P. 169)

En effet, le parc vient directement impacter une espèce inscrite à l'annexe 1, espèce considérée comme vulnérable au niveau international, et pour laquelle la région Poitou-Charentes est reconnue d'importance nationale, la principale zone de nidification de l'Ædicnème en France se situant dans le Centre et le Centre Ouest. On est donc ici dans un cas d'atteinte à une espèce protégée.

« L'espèce s'accommode très bien à l'implantation des éoliennes. Les travaux de la LPO poursuivis par le bureau d'études ornithologiques CALIDRIS, à la demande de l'exploitant, ont montré que quand bien même le nombre d'éoliennes a augmenté (x2), la population d'Ædicnème criard est devenue plus importante aujourd'hui qu'avant la création du parc éolien du Rochereau I (86). » (P. 169)

Rappelons que la mortalité des Ædicnèmes par collision existe, même si elle est faible (LPO, 2017). Par ailleurs, le travail cité ne montre pas que l'espèce s'accommode à l'éolien ! Les auteurs s'interrogent d'ailleurs sur la validité de leur étude, strictement corrélationnelle. Elle porte par ailleurs sur des effectifs peu propices à l'application de leurs tests statistiques. Après une lecture attentive du travail rapporté, on pourra simplement remarquer que le nombre de couples dans le rayon de 1000 m autour des éoliennes est passé de 9 (en 2007, avant implantation) à 6 (en 2016 avec les éoliennes en fonctionnement) ! Cette étude ne peut donc en aucun cas appuyer une quelconque conclusion de présence ou absence d'incidence.

« Aucune incidence n'est retenue sur les objectifs de conservation relatifs à cette espèce sur la ZPS » (P. 169)

Nous rejetons cette conclusion.

En résumé, la conclusion du porteur de projet, s'agissant des incidences sur les principales espèces ayant justifié le classement en zone Natura 2000 est synthétisée dans les tableaux pages 177 et suivantes, tableaux dont nous reprenons des extraits ci-dessous :

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mesure ERC
Busard cendré	Faible	Faible	Nul
Busard St Martin	Faible	Nul	Nul
Œdicnème criard	Faible	Nul	Nul
Outarde canepetière	Faible	Nul	Nul

Extrait du Tableau 48 concernant les risques de collision

Espèce	Sensibilité sur le site	Niveau d'impact avant mesure	Nécessité de mesure ERC
Busard cendré	Nul	Nul	Nul
Busard St Martin	Nul	Nul	Nul
Œdicnème criard	Nul	Nul	Nul
Outarde canepetière	Nul	Nul	Nul

Extrait du Tableau 49 concernant les risques de dérangement et de perte d'habitat

Qu'une étude d'incidence Natura 2000, sur les espèces patrimoniales ayant justifié le classement, parte d'une sensibilité faible (collision) ou nulle (dérangement) c'est remarquable. Qu'elle juge le niveau d'impact faible ou nul, c'est surprenant. Qu'elle considère comme nulle est non avenue toute mesure ERC, c'est alors cohérent !

Ceci est d'ailleurs parfaitement assumé : *« Suite à la mise en place des mesures d'évitement et de réduction des impacts (ndlr : lesquelles ?), aucun impact résiduel significatif ne ressort de l'analyse des impacts du projet de Rom. De ce fait, en l'absence d'effet résiduel susceptible de remettre en cause le bon accomplissement du cycle écologique des espèces présentes ou la dynamique de leurs populations, les effets du projet apparaissent suffisamment réduits suivant les termes de l'article R-122-5.8 du Code de l'Environnement et donc ne nécessitent pas la mise en œuvre de mesures de compensation. »* (P. 201)

Et c'est encore plus clairement affirmé dans le résumé non technique : *« L'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000, associée à l'étude d'impact du projet, conclut clairement à l'absence totale d'atteinte aux objectifs de conservation des et dudit site Natura 2000 »* (P. 3)

Le porteur de projet lui-même semble néanmoins considérer que sa conclusion est un peu « brutale » pour les objectifs de conservation de la ZPS, puisqu'il fait une « concession » :

« Le projet s'inscrivant dans un contexte environnemental dégradé du fait de la présence de la LGV (projet éolien situé à l'Est de la LGV), mais où il subsiste à proximité des enjeux environnementaux forts du fait de la survivance de populations d'Outardes canepetières à l'Ouest de la LGV, le porteur de projet mettra à disposition des structures en charge des programmes de sauvegarde une enveloppe d'un montant annuel de 2 000 € HT. » (P. 204)

Il est intéressant de constater que le porteur fait enfin référence à proximité, à des enjeux environnementaux forts du fait de la survivance de populations d'Outardes canepetières à l'Ouest de la LGV. Pourquoi l'avoir évacué de l'étude d'incidence Natura 2000 ?

En somme notre analyse du dossier n'est pas éloignée de celle de la MRAe, qui *« considère que l'argumentaire relatif à la justification du projet méconnaît les pressions déjà existantes sur la ZPS et présente des justifications techniques inexactes aboutissant à sous-évaluer les effets du projet sur la biodiversité et sur la préservation des enjeux Natura 2000. »*

Nos conclusions

A la lecture du dossier, nous considérons que le porteur de projet **n'a pas respecté le principe d'évitement** pour la ZPS, au risque de porter atteinte aux espèces d'intérêt communautaire.

Nous considérons qu'il **n'a pas respecté le principe de réduction**, partant d'une analyse de l'état initial sommaire, d'une étude d'impact et d'incidence sous-estimant les effets du parc sur les espèces d'intérêt communautaire, dont les résultats de son point de vue n'apportaient pas la mise en place de mesures de réduction. Nous avons montré **la faiblesse technique des analyses de l'état initial et des incidences**.

Nous considérons qu'il **n'a pas respecté le principe de compensation**, restant cohérent avec sa présentation de l'état initial et des impacts.

Nous considérons au final que **la démonstration de l'innocuité du projet sur l'avifaune de la ZPS n'a pas été faite**.

Le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres émet donc un avis défavorable.

Pour le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres, par délégation du Conseil d'Administration,



Jean-Michel PASSERAULT

Administrateur

Références

Dürr T. 2017, *Bird fatalities at windturbines in Europe*

LPO 2017, *Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015*

Observation n°2

Déposée le 19 Décembre 2020 à 12:38

Par Association SELT Association

Boisgrenier

86290 Liglet

Observation:

Monsieur le Commissaire enquêteur

Veillez trouver en annexe notre contribution défavorable à ce projet éolien.

Respectueuses salutations

Alain Giraud et Daniel Gioé, association SELT

1 document joint.

Association Sauvegarde de l'environnement de Liglet et la Trimouille
SELT
Boisgrenier
86290- Liglet

A Monsieur le Commissaire enquêteur,
Projet éolien Vallée du Haut-Bac
Commune de Rom

Liglet, le 19 décembre 2020

OBJET : Avis d'opposition

Madame la Préfète,

C'est avec surprise et une vive indignation que nous prenons connaissance de ce projet.

Notre contribution ne saurait être écarté au motif que notre association et ses dirigeants sont localisés loin des lieux. En tant que citoyens de ce pays et défenseurs de la biodiversité, nous sommes concernés par toute atteinte à l'environnement quelque soit l'endroit où le méfait se produit.

Tout d'abord, nous nous insurgeons contre un énième projet, un projet de trop et d'aucune utilité, qui affectera ce territoire envahi par l'industrie éolienne, victime d'une déferlante qui semble n'avoir pas de fin. Le Mellois, le Civraisien et le Ruffecois, ces 3 territoires autour de cette petite commune de ROM, sont infestés de machine et lorsque l'on trarse cette région la nuit en automobile, on a l'impression d'aborder un aéroport international tant les clignotements des aérogénérateurs emplissent le ciel. Et pour l'instant, il s'agit seulement des projets construits et en activité. Qu'en sera-t-il quand tous les projets autorisés (et ils sont nombreux !) sortiront de terre ?

Quand donc cessera cette folie qui, pour l'instant, semble ne devoir jamais se terminer ?

Quand donc se préoccupera-t-on, ENFIN, du bien-être, du moins ce qu'il en reste, des riverains ?

Quand donc prendra-t-on conscience que les habitants de ces malheureuses contrées ont droit, comme tout le monde, à un cadre de vie acceptable ainsi que le sacralise la Convention européenne sur les paysages, dite Convention de Florence ?

Tout ceci est inacceptable et pourtant, avec ce projet, le promoteur SOLVEO, franchit un pas de plus dans l'inacceptable et l'insupportable.

On apprend avec stupeur que ce parc éolien est implanté à l'intérieur même du site NATURA 2000, désigné zone de protection spéciale (ZPS) au titre de la Directive Européenne « Oiseaux » **la Plaine de la Mothe Saint Héray-Lézay.**

Suite aux prescriptions du SRE (certes annulé par le juge administratif mais qui demeure un document cadre, suite à tous les articles, communications, préconisations des sociétés naturalistes savantes qui exigent la protection des zones NATURA 2000, au nom également et tout simplement du bon sens, alors que partout sonne l'alarme sur la disparition des oiseaux, et singulièrement des oiseaux de plaine, on pouvait espérer que les ZPS seraient en quelque sorte sacralisées et qu'il ne serait pas porter atteinte à leur objectif principal : la conservation des oiseaux et notamment ceux dont le statut de conservation est en péril.

Il n'en est rien ! Les promoteurs éoliens veulent maintenant s'implanter partout, fût-ce au détriment de la biodiversité. Rien, rien, ne semble les arrêter.

Le groupe ornithologique des Deux Sèvres vient de verser une observation très complète pour s'opposer à ce très curieux projet. Il s'agit d'un avis autorisé d'une association reconnue dont les compétences et l'expérience du terrain ne peuvent être contestées et sont évidemment nettement supérieures à un bureau d'étude, employé et rémunéré par le promoteur dont il est, par conséquent, l'obligé.

Nous ne voulons rien rajouter à ce que le GO des DS a exposé puisque nous n'avons pas de compétence pour le faire mais permettez-nous de citer simplement quelques courts extraits du DOCOB (document d'objectif) de cette ZPS :

« Outarde canepetière :

Cette zone est d'importance fondamentale pour cette espèce en Deux-Sèvres. Elle accueillait en effet, au cours du printemps 2000, près de 40 mâles chanteurs, ce qui correspond aux deux cinquièmes de l'effectif départemental et plus de 2% de l'effectif national. Une particularité propre à ce secteur est que la diminution observée au cours de ces dernières années y est environ deux fois moindre que dans les autres secteurs de plaine des Deux-Sèvres, ce qui confirme donc l'importance à terme que peut avoir cette zone en tant que refuge de l'espèce dans le département. »

Autres menaces potentielles à surveiller est la « multiplication » des projets éoliens autour de la ZPS qui, d'une manière cumulative, seraient susceptibles d'isoler la population d'Outarde de la ZPS et d'impacter les échanges aviaires inter sites dont la Plaine de la Mothe Saint-Héray – Lézac est au carrefour.

L'Outarde canepetière : avec un effectif de 30 à 45 mâles chanteurs recensés entre 1998 et 2009, la ZPS « Plaine de la Mothe-Saint-Héray — Lézac » accueille 10 à 15% de la dernière souche migratrice de l'espèce en Poitou-Charentes. Actuellement, plus de 80%

de la population régionale se trouve dans les ZPS. Du fait de sa position géographique, la zone joue un rôle capital dans la connexion et le maintien des populations d'Outarde canepetière du Poitou-Charentes

On ne peut être plus clair : l'éolien doit être prohibé d'un secteur qui apparaît comme extrêmement contraint et qui abrite les dernières outardes continentales, oiseaux très sensibles au dérangement et à l'effarouchement.

Un projet éolien dont l'aire immédiate de l'étude est à l'intérieur de cette ZPS ne peut pas, ne doit pas prospérer. Sinon, à quoi bon désigner des ZPS dévolues à la conservation d'espèces très menacées, comme c'est le cas de l'outarde, si on y laisse s'implanter des zones industrielles, tel ce parc éolien ?

Il est utile de rappeler que le SRE de Poitou-Charentes a déclaré que les ZPS étaient des secteurs très contraints où l'éolien devait être proscrit, instituant même une zone tampon de deux kilomètres minimum entre un site éolien et la limite de la ZPS.

Dans un guide destiné aux acteurs de l'éolien parue en novembre 2019, le ministre de tutelle, Mme Elisabeth Borne a rappelé que les SRE demeuraient des documents cadres, en dépit de leur annulation par le juge administratif, et que les promoteurs devaient s'emparer de leurs préconisations en matière d'implantation de parcs éoliens.

QUAND LE JUGE ADMINISTRATIF INTERDIT LES EOLIENNES A L'INTERIEUR DES ZPS

Monsieur le Commissaire enquêteur, un promoteur sans scrupule a déjà essayé d'implanter un parc éolien dans une ZPS près de Niort. C'était en 2013. Ce fut, croyons-nous, le seul cas d'espèce.

Le Préfet a décidé d'un refus qui a été conforté par un l'arrêt 12BX00988 du 31 octobre 2013 de la Cour d'appel administrative de Bordeaux dont voici un extrait :

« Considérant qu'ainsi le préfet des Deux-Sèvres n'a pas commis d'erreur d'appréciation en estimant que la réalisation du projet de la société Parc éolien de Champs- Puget à l'intérieur du site de la « Plaine de Niort Nord Ouest » faisant partie du réseau européen NATURA 2000 est de nature à porter atteinte, au sens des dispositions du IV de l'article L414-4 du code de l'environnement, aux objectifs de conservation de ce site désigné comme zone de protection spéciale, en raison, notamment, de la présence d'outardes canepetières, qu'aucun intérêt public majeur ne justifie la localisation impérative du projet de parc éolien dans cette zone de protection spéciale »

Dans ces conditions, tous les défenseurs de la biodiversité et notamment de l'outarde, ne comprendraient pas que ce projet de ROM puisse prospérer.

Cette jurisprudence de la Cour de Bordeaux est parfaitement transposable dans le cas on ne peut plus similaire de ce parc éolien de ROM.

En conséquence, et en respect des décisions de Justice, mais aussi, et surtout, au nom de la conservation des oiseaux, nous vous prions de rendre un avis défavorable à ce projet néfaste.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Commissaire enquêteur, l'expression de nos respectueuses salutations.

Alain Giraud & daniel Gioé, responsables de l'association SELT

e

Observation n°3

Déposée le 19 Décembre 2020 à 16:12

Par de Pontfarcy Edith

Observation:

Edith de Pontfarcy

Monsieur le Commissaire enquêteur

C'est le premier jour des vacances, le registre semble en vacances.

Je viens de faire deux essais pour envoyer une observation avec pièce jointe sans succès.

Le registre est défectueux

Avec mes salutations distinguées

Edith de Pontfarcy

Observation n°4

Déposée le 19 Décembre 2020 à 16:15

Par de Pontfarcy Edith

Observation:

Edith de Pontfarcy

Monsieur le Commissaire enquêteur,

J'essaie pour la troisième fois d'envoyer cette contribution

"Devoirs de vacances et cadeau de Noël"

Avec mes salutations distinguées

Edith de Pontfarcy

1 document joint.

Edith de Pontfarcy
86100 Senillé-Saint-Sauveur

Projet de centrale éolienne industrielle de la Vallée du Haut-Bac

Commune de ROM (79)

Trois aérogénérateurs
150 mètres de haut en bout de pale
et un poste de livraison
Développeur : Solveo

Contribution n° 1

Devoirs de vacances et cadeau de Noël

<https://www.registre-dematerialise.fr/2195/observations>

<https://www.registre-dematerialise.fr/2195/documents>

Monsieur le Commissaire enquêteur,

L'enquête publique a commencé le 14 décembre et se poursuivra jusqu'au 14 janvier 2021, soit 32 jours consécutifs, pas de jours supplémentaires en compensation ne sont envisagés pour la récupération du jour de Noël et du 1^{er} janvier.

Nous pouvons remercier l'administration pour ce beau cadeau de Noël pour étudier les **22 pièces** versées au Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, donc devoirs de vacances et pas de congés ni de moments familiaux pour ceux qui veulent étudier la totalité du DDAE, dans cette période de crise sanitaire où un peu de légèreté serait bienvenue.

Nous savons bien que ni la Note de Présentation Non Technique ni les Résumés Non Techniques ne sont suffisants pour une bonne appréhension du projet et y découvrir ses effets pervers sur l'environnement.

Voici la liste fastidieuse à étudier sur laquelle il faut se pencher dans un souci du bien commun à préserver :

[ARRÊTÉ PRÉFECTORAL PORTANT OUVERTURE D'UNE ENQUÊTE PUBLIQUE](#) 242.84 Ko

[AVIS D'ENQUÊTE PUBLIQUE](#) 95.28 Ko

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

[VOLUME 1 - FORMULAIRE](#) 6.35 Mo

[VOLUME 2 - NOTE DE PRÉSENTATION NON TECHNIQUE](#) 4.49 Mo

[VOLUME 3 - DESCRIPTION DE LA DEMANDE DOSSIER ADMINISTRATIF](#) 7.48 Mo

VOLUME 4.0 - ÉTUDE D'IMPACT 63.82 Mo
VOLUME 4.1 - ANNEXE 1 - ÉTUDE PAYSAGÈRE - PARTIE 2 49.51 Mo
VOLUME 4.1 - ANNEXE 1 - ÉTUDE PAYSAGÈRE - PARTIE 3 49.62 Mo
VOLUME 4.1 - ANNEXE 1 - ÉTUDE PAYSAGÈRE - PARTIE 4 72.44 Mo
VOLUME 4.1 - ANNEXE 2 - ÉTUDE DES MILIEUX NATURELS 61.33 Mo
VOLUME 4.1 ANNEXE 1 - ÉTUDE PAYSAGÈRE - PARTIE 1 49.43 Mo
VOLUME 4.1 ANNEXE 3 - ÉTUDE ACOUSTIQUE 36.27 Mo
VOLUME 4.2 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE D'IMPACT 9.85 Mo
VOLUME 5.0 - ÉTUDE DE DANGER 13.35 Mo
VOLUME 5.1 - RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGER 4.26 Mo
VOLUME 6 - CARTES ET PLANS (AE4) 1.57 Mo
VOLUME 6 - CARTES ET PLANS (AE5) 1.06 Mo
VOLUME 6 - CARTES ET PLANS 10.98 Mo
LIVRET DES COMPLÉMENTS APPORTÉS AU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION
ENVIRONNEMENTALE 6.79 Mo
LETTRE PRÉFET- LETTRE DEMANDE AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE - LETTRE DE SOUTIEN DE
ROM 1.48 Mo
MRAE
AVIS DE LA MRAE SUR LE PROJET DE PARC ÉOLIEN VALLÉE DU HAUT BAC 1.93 Mo
RÉPONSE DU MAÎTRE D'OUVRAGE À L'AVIS DE LA MRAE 5.25 Mo

Vous comprendrez pourquoi, je sollicite un avis défavorable à ce projet car rien que dans l'organisation de l'enquête publique, c'est une méprise totale de la population.

Vous remerciant pour votre attention, je vous prie de croire, Monsieur le Commissaire enquêteur à l'expression de mes salutations distinguées.

Edith de Pontfarcy
Le 19 décembre 2020
Premier jour des vacances

Observation n°5

Déposée le 19 Décembre 2020 à 21:07

Par MOREAU HUBERT

18 PLACE DE LA LIBERTE

86000 POITIERS

Observation:

Monsieur,

L'implantation des 3 éoliennes de Rom est prévue dans une zone Natura 2000 et, au surplus, dans un endroit où l'outarde canepetière a élu domicile.

On voit bien que plus rien ne retient les promoteurs éoliens.

Ils n'ont que faire de la sauvegarde de la nature. Seul importe leur compte de résultat et les profits qu'ils peuvent tirer de leurs machines, pour le plus grand malheur des riverains et la destruction de l'avifaune.

Il faut dire un non catégorique à cette nouvelle implantation.

Sauvez l'avifaune, protégez les riverains, pas les dividendes des promoteurs.

Observation n°6

Déposée le 20 Décembre 2020 à 08:47

Par ROBILLARD Monique

86290 THOLLET

Observation:

Document MRAE :

La Zone d'Implantation Potentielle est localisée en grande partie dans le périmètre du site Natura 2000 « Plaine de Mothe-Saint-Héray-Lézay »2.

Ce site a été désigné au titre de la Directive « Oiseaux » en raison de son intérêt pour les espèces inféodées aux plaines céréalières (Busard Saint-Martin, Oedicnème criard, Outarde canepetière). Il constitue l'une des quatre principales zones de survivance de l'Outarde canepetière dans les Deux-Sèvres. Il y a également lieu de rappeler que la population d'outardes des plaines céréalières de l'ouest de la France constitue la dernière population migratrice survivant en Europe.

L'absence de variantes évitant complètement le site Natura 2000 n'est pas démontrée.

En l'état, la prise en compte de l'environnement par le projet n'est pas satisfaisante au regard des enjeux de préservation du site Natura 2000 de la « Plaine de Mothe-Saint-Héray-Lézay ».

Les promoteurs, soutenus par la PPE, ne respectent plus rien, ni les espèces protégées, ni les humains, leur but : faire "un pognon de dingue"

NON a ce projet absurde qui aurait du être rejeté par la Préfecture,

NI ICI NI AILLEURS

Observation n°7

Déposée le 20 Décembre 2020 à 10:50

Par Anonyme

Observation:

NON À CE PROJET ÉOLIEN NUISIBLE

Ce projet éolien est un projet de trop pour le secteur.

Si lutter contre le réchauffement climatique est impératif, ce n'est certainement pas en multipliant les parcs éoliens terrestres destructeurs de territoires que l'on y parviendra.

En France, la production d'électricité est presque totalement décarbonée grâce à l'hydraulique et au nucléaire. Au contraire, les éoliennes ont un bilan carbone très mauvais. En outre, l'intermittence de leur production électrique implique l'utilisation de centrales thermiques fortement émettrices de Co2 pour compenser leur déficience. Elles ne contribuent donc pas à limiter les émissions de Co2 (l'exemple de l'Allemagne est significatif : plus on y a installé d'éoliennes, plus les émissions de Co2 ont augmenté).

Comme toujours, ce projet éolien ne présente aucun intérêt si ce n'est celui d'enrichir le promoteur éolien et par la suite l'investisseur à qui le parc sera revendu (souvent avant même d'être construit !), tout cela avec l'argent public, donc le portefeuille des contribuables.

Dans ce projet, comme toujours, les nuisances générées par les éoliennes sont multiples, au plan écologique, au plan économique et au plan humain :

- impact visuel sur le patrimoine paysager (harmonie des paysages naturels), sur le patrimoine bâti (monuments historiques inscrits ou classés, sites emblématiques) et, par voie de conséquence, impact très négatif sur l'activité économique-touristique de la région (hébergement, restauration, commerce, emplois du tourisme)
 - impact financier sur la valeur immobilière des habitations les plus proches (diminution de la valeur immobilière)
 - impact sanitaire pour les riverains et les animaux d'élevage (risques sanitaires dus aux nuisances sonores audibles, aux infrasons, aux ondes électromagnétiques)
 - impact écologique sur les sols (destruction de surfaces agricoles ou forestières, enfouissement définitif dans le sous-sol de milliers de tonnes de béton et de ferraille pour la fabrication des socles)
 - impact sur la biodiversité (destruction d'oiseaux, de chiroptères, perturbation de la faune sauvage, des zones de nidification et de reproduction, des zones de passage des migrants, etc.).
- Ceci est d'autant plus vrai que le projet se situe dans une zone Natura 2000 où, entre autres, la présence d'outardes canepetières est une des rares chances de préserver l'espèce en région Poitou-Charentes.

Les retombées financières promises par le promoteur aux collectivités locales ne compensent en rien tous ces impacts négatifs qui aboutiront à un désastre écologique, économique et humain pour le secteur.

Voilà pourquoi ce projet est nuisible et doit être refusé.

Observation n°8

Déposée le 20 Décembre 2020 à 11:24

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Notre fédération regroupe plus d'une quarantaine d'associations qui luttent contre la prolifération éolienne dans la VIENNE est les départements circumvoisins.

Elle est donc concernée par le projet de ROM qui installé en limite de département des DEUX SEVRES, sera visible depuis la VIENNE.

De plus, nos associations sont composées de membres supportant tous des taxes prélevées sur leur factures d'électricité et de carburant, qui servent à financer la prolifération éolienne partout en FRANCE.

Nous nous opposons fermement à ce énième projet, dépourvu de toute utilité locale (la centrale de CIVAUX produit 50% de toute l'électricité consommée dans les 12 départements de la NOUVELLE AQUITAINE ; les DEUX SEVRES comptent déjà 165 mâts en activité pour une puissance de 224 MW, outre 75 mâts autorisés et 75 en instruction !!!

Ces chiffres officiels nous ont été remis lors de la première réunion du Comité départemental éolien de la VIENNE, auquel participe notre fédération.

Certains départements de la NOUVELLE AQUITAINE ne comportent aucun parc et l'objectif 51 du SRADDET préconise un rééquilibrage infra-régional en direction du SUD AQUITAINE.

En dépit de ces éléments, les promoteurs continuent à jeter leur dévolu sur ce département rural, qu'ils considèrent comme pauvre et sans défense.

Il y a lieu de mettre un coup d'arrêt à cette déferlante insensée et à ce mitage insupportable.

De surcroît, l'attitude qui revient à placer les parcs éoliens en limite de commune ou de département constitue une véritable goujaterie, puisqu'on fait subir les nuisances au voisins.

Dans ces conditions, je vous remercie de rendre un avis défavorable.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FEDERATION ANTI EOLIENNE DE LA VIENNE

1 document joint.

COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

- ✓ Présentation du comité et des objectifs (Alain Pichon)
- ✓ Etat des lieux des énergies renouvelables en Vienne (AREC)
- ✓ Proposition de charte départementale (Syndicat Energies Vienne)
- ✓ Atlas des paysages de la Vienne (CAUE)



COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

- ✓ **Présentation du comité et des objectifs (Alain Pichon)**
- ✓ Etat des lieux des énergies renouvelables en Vienne (AREC)
- ✓ Proposition de charte départementale (Syndicat Energies Vienne)
- ✓ Atlas des paysages de la Vienne (CAUE)



Eolien : un sentiment de manque de concertation



- ➔ Un contexte législatif et réglementaire semblant très favorable à l'installation d'éoliennes
- ➔ Des contentieux de manière presque systématique
- ➔ Une saturation des habitants au vue de la multiplication des projets sur certains secteurs

Seules interventions possibles des collectivités :
- **planification urbaine** (PLU(i), SCOT)
- *avis* (CODERST, SRADDET, Enquête publiques,...)

Les objectifs du Département



Le développement éolien doit respecter les principes essentiels d'un aménagement équilibré du territoire :

✓ L'équité

Constat d'un fort déséquilibre territorial au sein de la Région, avec une concentration très importante des projets au Nord de la Nouvelle-Aquitaine ;

✓ La concertation

Comprendre l'inquiétude de la population et des collectivités tant sur la multiplication du nombre d'éoliennes en projet que sur leur sentiment de manque de concertation

✓ Le respect du cadre de vie

Le développement éolien ne doit pas dégrader la qualité de vie des habitants, ni le patrimoine, ni nuire aux autres axes de développement économique, en particulier touristique

➡ **Actions du Département** : Plan SEVE, motions, déclaration interdépartementale, avis sur le SRADDET...

L'objet du Comité de suivi : construire une synergie locale

Les missions proposées :

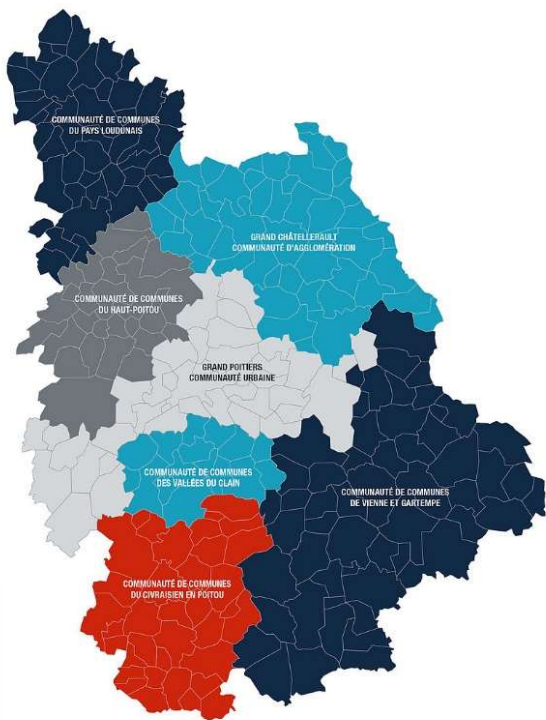


Source : France 3

- ➡ **Rassembler les représentants des principaux acteurs concernés sur le territoire**
- ➡ **Constituer un support aux échanges entre acteurs sur les projets au regard des enjeux locaux**
- ➡ **Co-construire et piloter un observatoire départemental permettant de suivre l'évolution des projets et du développement de l'éolien sur le territoire.**
 - ➡ projets non déposés difficiles à recenser

Le comité de suivi définira lui-même si d'autres missions peuvent lui être confiées (orientations stratégiques, définition des objectifs à atteindre, commissions thématiques ou groupes de travail à former, etc...). 5

La composition du Comité de suivi



- ✓ le Département de la Vienne (7 représentants),
- ✓ l'Association des Maires et des Présidents d'intercommunalités de la Vienne (8 représentants),
- ✓ le Syndicat Energies Vienne (1 représentant),
- ✓ l'Association Régionale de l'Energie et du Climat (1 représentant),
- ✓ la Région Nouvelle-Aquitaine (1 représentant),
- ✓ le Syndicat des Energies Renouvelables (1 représentant),
- ✓ France Energie Eolienne (1 représentant régional),
- ✓ L'Association Energie Partagée
- ✓ la Fédération Anti-Eolienne de la Vienne (2 représentants),
- ✓ Vienne Nature (1 représentant),
- ✓ la Chambre d'agriculture (1 représentant),
- ✓ l'Agence de Créativité et d'Attractivité du Poitou (1 représentant),
- ✓ l'Etablissement Public de Coopération Culturelle de St Savin (1 représentant),
- ✓ le Syndicat de la Propriété Privée Rurale de la Vienne (1 représentant),
- ✓ l'Association Départementale des Vieilles Maisons Françaises (1 représentant)

COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

- ✓ Présentation du comité et des objectifs (Alain Pichon)
- ✓ **Etat des lieux des énergies renouvelables en Vienne (AREC)**
- ✓ Proposition de charte départementale (Syndicat Energies Vienne)
- ✓ Atlas des paysages de la Vienne (CAUE)



7 SEPTEMBRE 2020

Etat des lieux des énergies renouvelables en Vienne

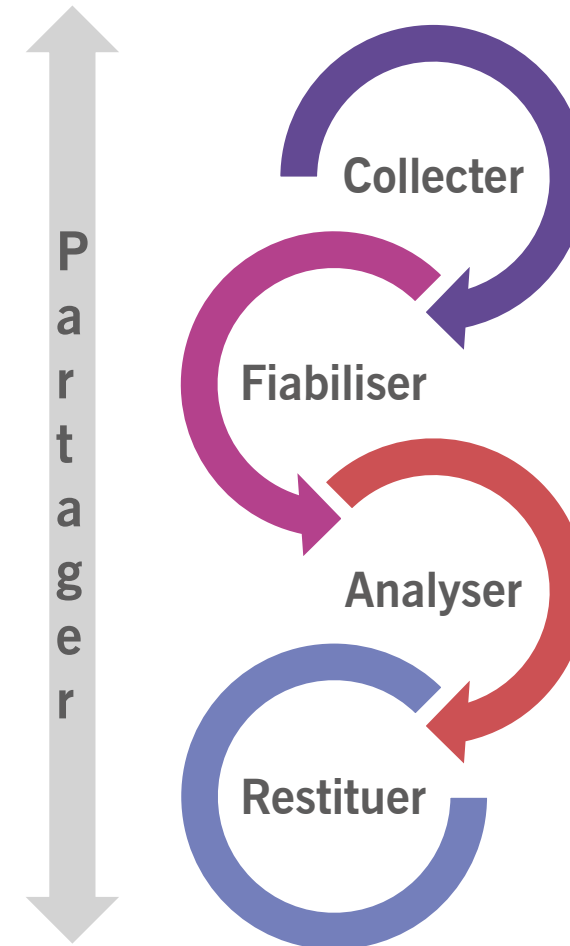
Comité éolien 86





L'AREC Nouvelle-Aquitaine, outil régional d'observation et de suivi

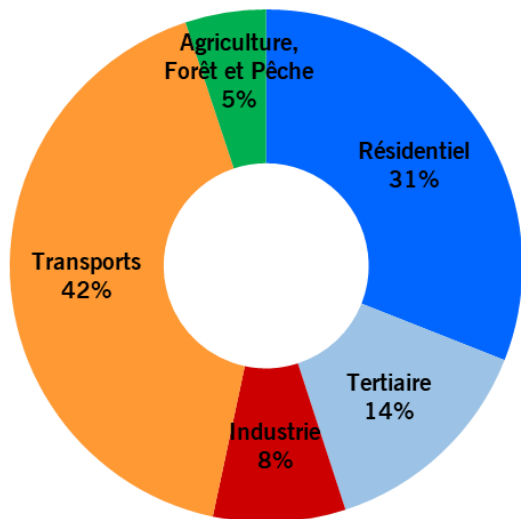
- Agence Régionale d'Evaluation environnement et Climat, association basée à Poitiers.
- Financeurs principaux : ADEME et Région.
- Mission d'intérêt général d'observation et de suivi auprès des porteurs de politiques publiques et décideurs locaux dans les domaines de l'énergie, des gaz à effet de serre, de la biomasse et des déchets.
- Animation de deux dispositifs partenariaux d'observation et de suivi : Observatoire Régional des Déchets et de l'Economie Circulaire (ORDEC) et Observatoire Régional de l'Energie, de la biomasse et des Gaz à Effet de Serre (OREGES).





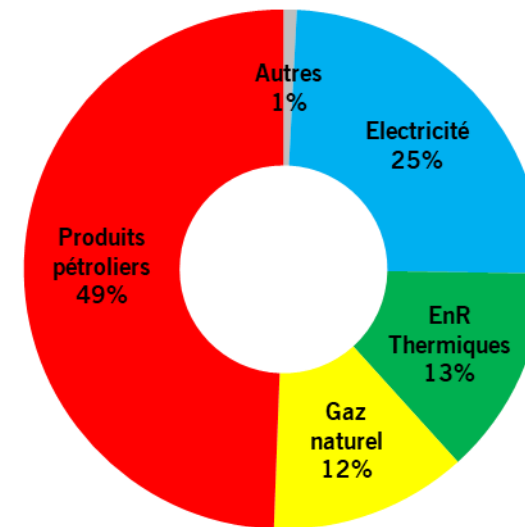
Besoins énergétiques en Vienne (2017) : le poids prépondérant du bâtiment

■ Les secteurs du bâtiment (résidentiel + tertiaire) et du Transport sont de loin les plus consommateurs :



■ Des besoins énergétiques assurés principalement par les ressources fossiles (61 %) :

11 400 GWh d'énergie finale consommée en 2017

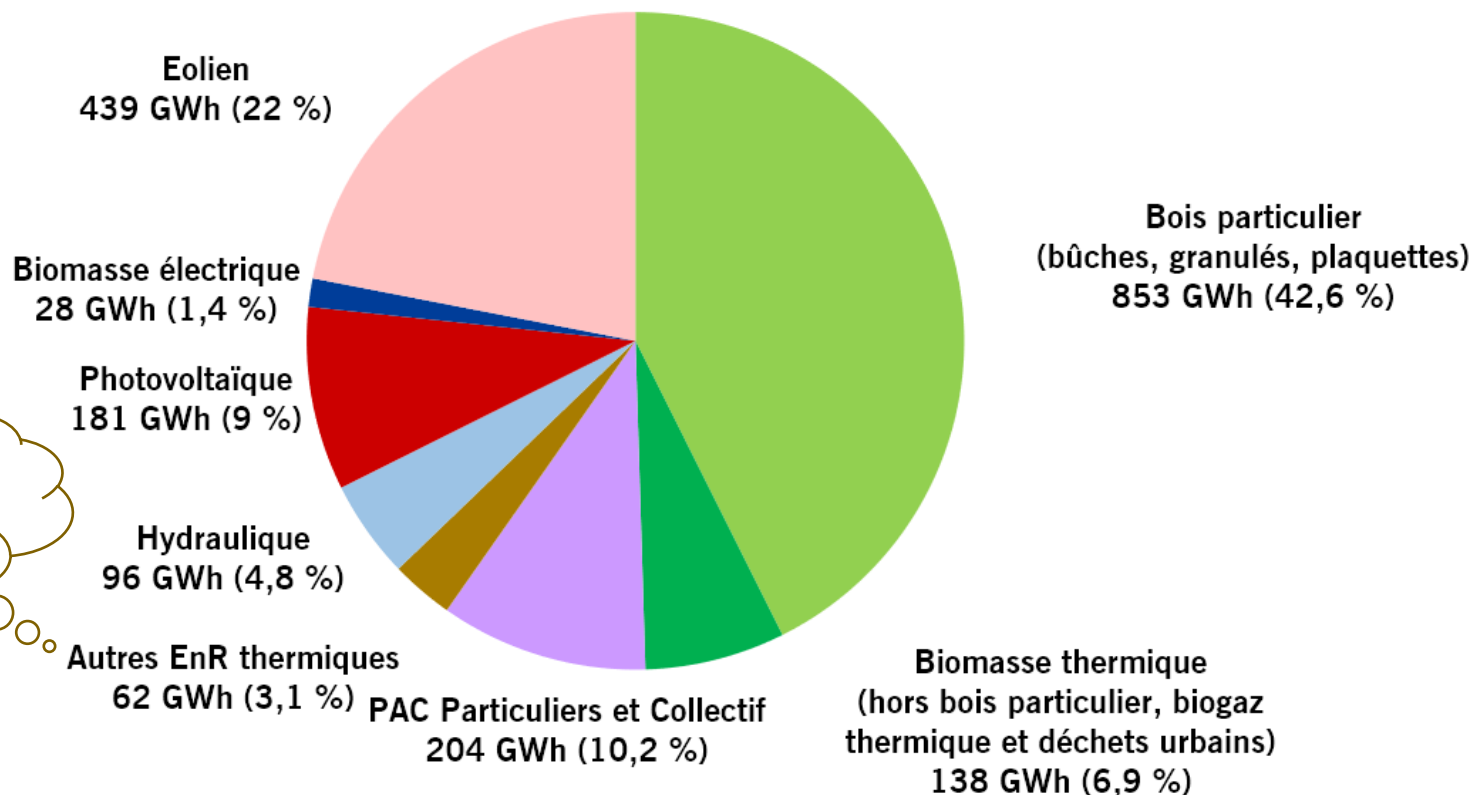


■ La consommation d'énergie finale est en diminution de 5,1 % depuis 2005, tout particulièrement sur le secteur industriel (- 25 %)



Production d'énergie renouvelable en Vienne : prédominance de la biomasse

■ Production énergétique renouvelable (hors biocarburants) : 2 000 GWh en 2018
(63 % EnR thermiques, 37 % EnR électriques)



RATIO DÉPARTEMENTAL DE PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE RENEUVELABLE RAPPORTÉE À LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE (EN 2017)

19,2 %

24 % en région
16,1 % en France

Solaire, géothermie, déchets urbains, biogaz

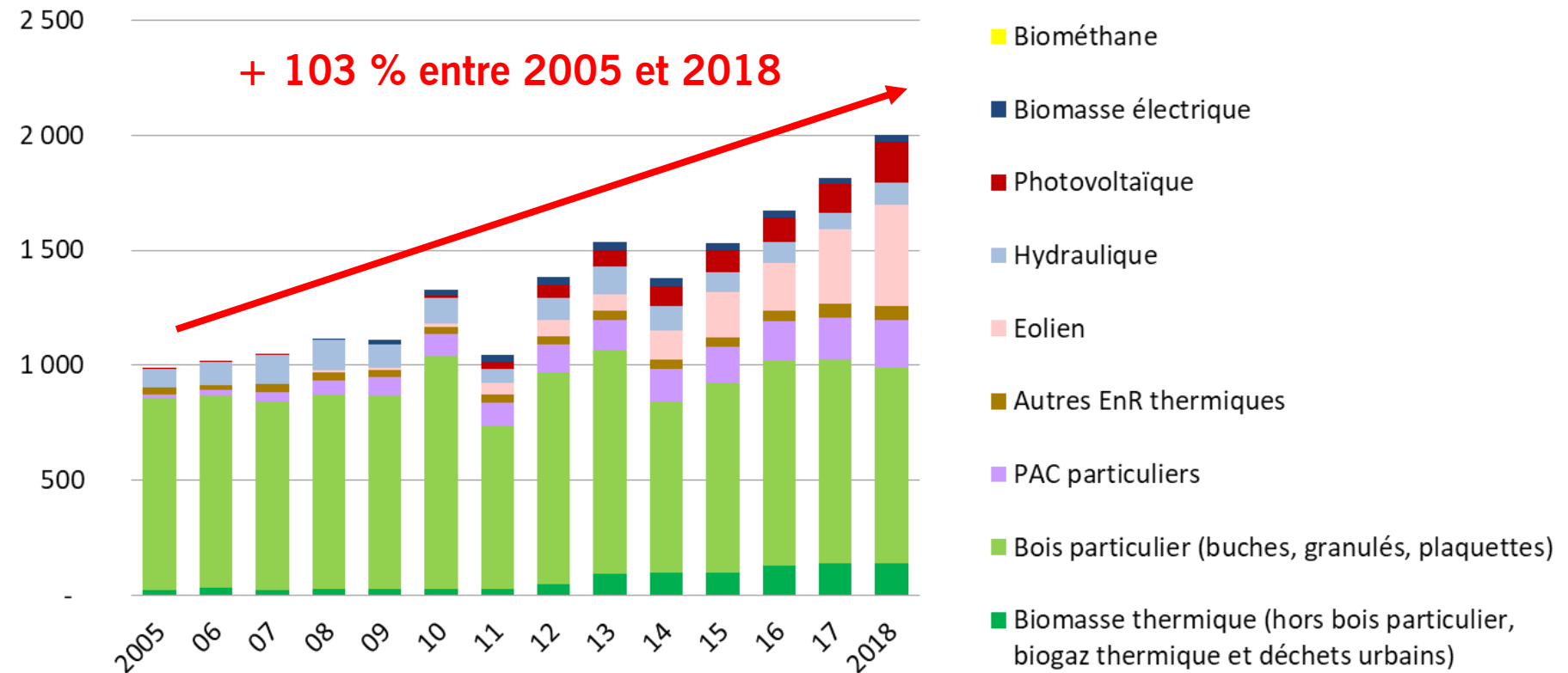


Evolution de la production énergétique renouvelable en Vienne

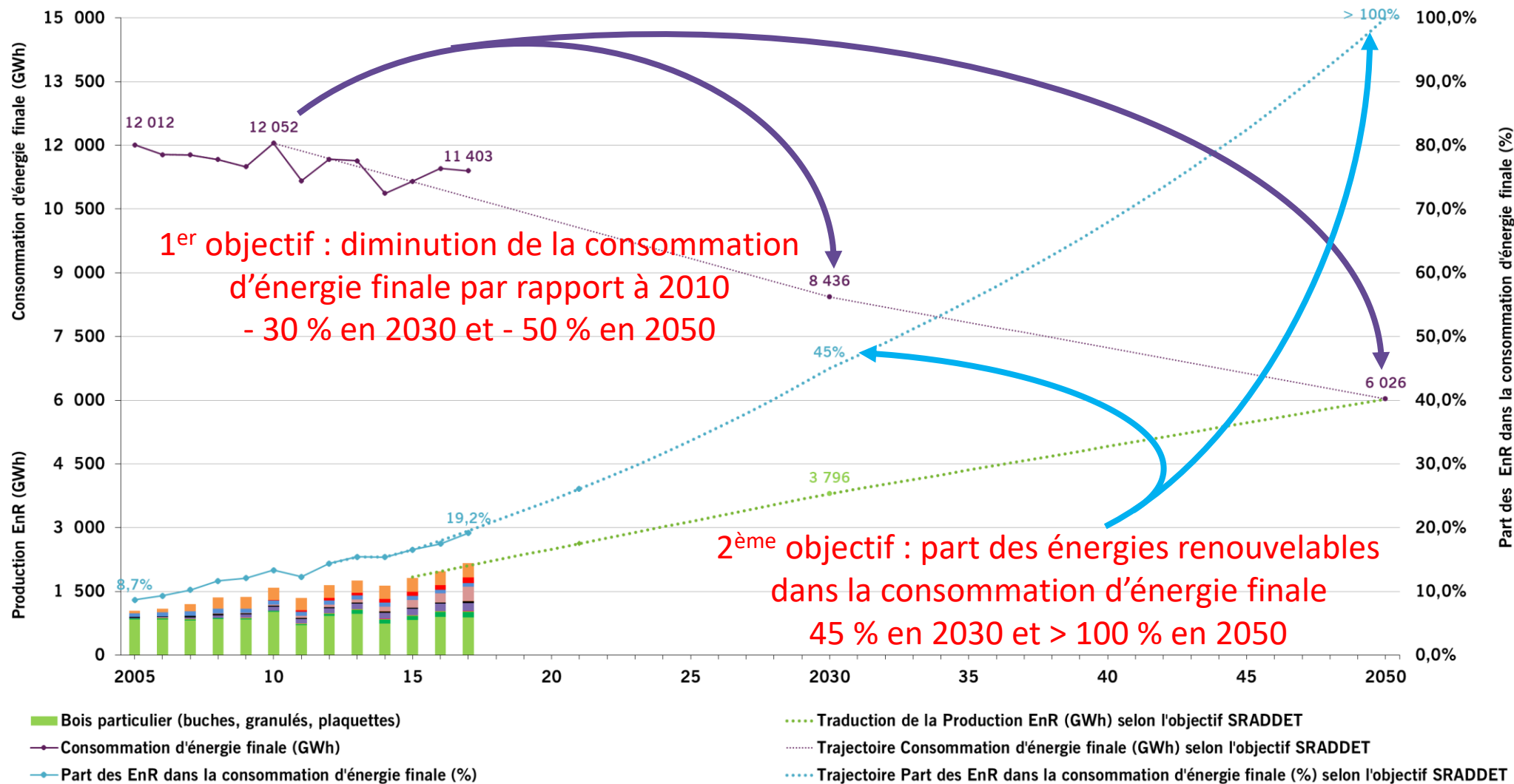
Des filières se développent depuis quelques années :

- Le bois-énergie et les autres types de biomasse thermique dans l'industrie et le tertiaire
- les pompes à chaleur (PAC)
- le photovoltaïque, l'éolien
- La production d'électricité et/ou de chaleur à partir de biogaz

Evolution de la production énergétique renouvelable (en GWh)



Trajectoire de la Vienne entre 2015 et 2050 / objectifs du SRADET





Chiffres clés sur certaines filières renouvelables en Vienne à fin 2018

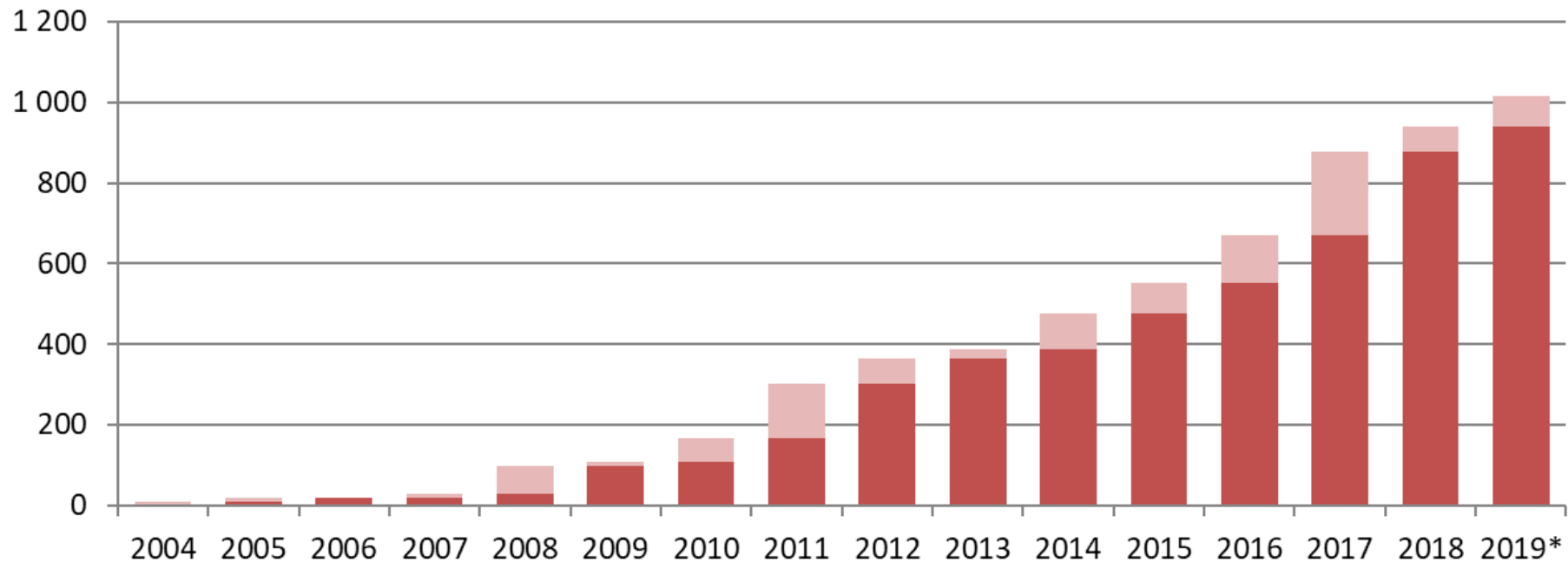
- Bois énergie des particuliers :
 - Près de 40 000 logements pour lesquels le bois est l'énergie principale de chauffage (environ 2 résidence principale sur 10)
- Biomasse (hors biogaz) :
 - 95 installations en fonctionnement
 - Une puissance totale de 45,4 MW thermique
- Hydraulique :
 - 16 centrales en fonctionnement
 - 24,5 MW raccordé au réseau
- Pompes à chaleur & Géothermie :
 - 10 installation collective en service, 2 MW de puissance totale
 - Un parc estimé à 7 500 installations de petite puissance dans le résidentiel et le petit tertiaire
- Photovoltaïque (fin mars 2019) :
 - Près de 4 700 installations
 - Environ 155 MWc installés
- Eolien :
 - 19 parcs éoliens en fonctionnement
 - 224 MW raccordé au réseau
- Biogaz :
 - 2 unités de valorisation électrique du biogaz capté sur des installations de stockage de déchets non dangereux
 - 4 unités de méthanisation agricole valorisant le biogaz par cogénération (chaleur + électricité)
- Solaire thermique collectif (résidentiel, tertiaire, industrie, agriculture) :
 - Près de 120 installations en service
 - 15 500 m² de panneaux



Focus sur la filière de l'éolien en Nouvelle-Aquitaine

Historique des mises en service annuelles en Nouvelle-Aquitaine :

Puissance installée
(MW)



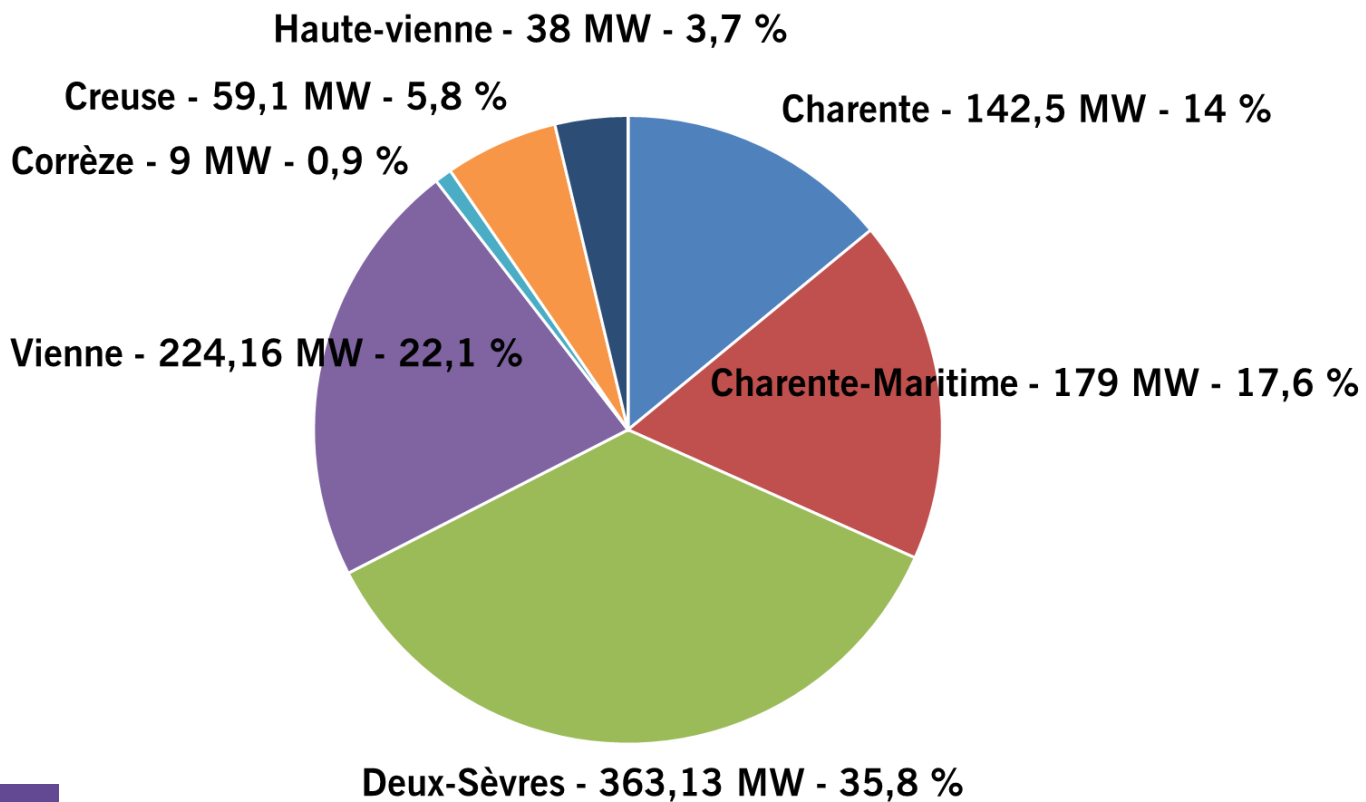
■ Puissance déjà en service

■ Puissance raccordée dans l'année



Focus sur la filière de l'éolien en Nouvelle-Aquitaine

■ Répartition départementale de la puissance installée au 31/12/2019 :



■ Près de 90 % de la puissance éolienne de Nouvelle-Aquitaine est implantée sur les 4 départements de l'ex-Poitou-Charentes

■ Plus d'1/3 en Deux-Sèvres

■ Près d'1/4 en Vienne



Focus sur la filière de l'éolien en Nouvelle-Aquitaine

Etat des lieux des parcs en fonctionnement, autorisés et en instruction au 31/01/2020 par département :

Département	Parcs en fonctionnement			Parcs autorisés			Parcs en instruction			Ensemble des parcs		
	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)
Charente	10	69	143	18	98	293	20	111	395	48	278	830
Charente-Maritime	15	89	179	14	82	238	20	112	403	49	283	820
Corrèze	1	6	9	1	4	10	4	29	67	6	39	86
Creuse	6	29	59	5	26	62	7	38	104	18	93	226
Dordogne	0	0	0	1	5	10	4	17	45	5	22	55
Gironde	0	0	0	0	0	0	1	12	49	1	12	49
Landes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lot-Et-Garonne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrénées-Atlantiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux-Sèvres	30	165	363	14	75	221	13	75	282	57	315	866
Vienne	20	103	224	33	187	578	16	71	285	69	361	1 087
Haute-Vienne	3	13	38	14	92	243	13	58	220	30	163	502
Région Nouvelle-Aquitaine	85	474	1 015	100	569	1 654	98	523	1 851	283	1 566	4 520



Focus sur la filière de l'éolien

I Détail sur le département de la Vienne :

EPCI	Parcs en fonctionnement			Parcs autorisés			Parcs en instruction			Ensemble des parcs		
	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)	Nombre de parcs	Nombre de mâts	Puissance (MW)
CC des Vallées du Clain	0	0	0	1	4	14	0	0	0	1	4	14
CA Grand Châtellerault	1	5	11	2	13	30	2	7	32	5	25	72
CC du Civraisien en Poitou	6	40	85	12	68	212	4	16	62	22	124	359
CC du Haut-Poitou	3	11	24	2	10	35	1	7	32	6	28	90
CC du Pays Loudunais	0	0	0	1	4	11	3	16	65	4	20	76
CC Vienne et Gartempe	8	43	98	10	61	184	6	25	95	24	129	377
CU du Grand Poitiers	2	4	6	5	27	92	0	0	0	7	31	98
Département de la Vienne	20	103	224	33	187	578	16	71	285	69	361	1 087

I Des parcs en fonctionnement et autorisés principalement implantés sur le sud-ouest du département (Civraisien, Vienne et Gartempe).



Focus sur la filière de l'éolien en Nouvelle-Aquitaine

■ Objectifs régionaux fixés dans le SRADDET

- 1 800 MW en 2020 (+ 800 MW par rapport à 2019)
- 4 500 MW en 2030 (x 4,5 en 10 ans)
- 7 600 MW en 2050

■ Volonté d'un rééquilibrage vers le sud de la région

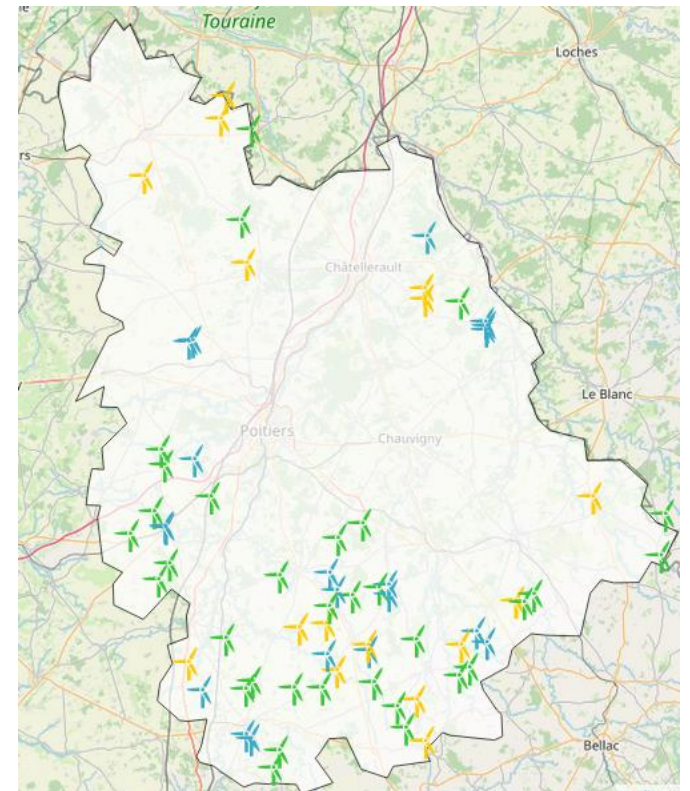
	2015	2020	2030	2050
Production éolienne (GWh)	1 054	4 140	10 350	17 480
Puissance installée (MW)	551	1 800	4 500	7 600
dont repowering* (MW)			200	2 200
Rythme hors repowering (MW/an)		~ 500	~ 250	~ 50

* Le repowering désigne le redimensionnement d'un parc éolien dit en fin d'exploitation par l'installation d'équipements plus performants.



Informations disponibles sur le site de datavisualisation OREGES

- Page filière éolienne : <https://oreges.arenouvelleaquitaine.com/energies-renouvelables/eolien>
 - Evolution annuelle de la puissance raccordée par département
 - Cartographie des parcs avec informations détaillées pour chacun d'entre eux :
 - Nom du parc
 - Etat (en service, autorisé, en instruction)
 - Année de mise en service
 - Nombre de machines
 - Puissance installée



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Toutes les publications de l'AREC sont disponibles en ligne
sur www.arec-nouvelleaquitaine.com ou sur demande à info@arec-na.com



60 rue Jean-Jaurès
CS 90452

86011 Poitiers Cedex

05 49 30 31 57

info@arec-na.com

www.arec-nouvelleaquitaine.com

[@AREC_NA](https://twitter.com/AREC_NA)

COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

- ✓ Présentation du comité et des objectifs (Alain Pichon)
- ✓ Etat des lieux des énergies renouvelables en Vienne (AREC)
- ✓ **Proposition de charte départementale (Syndicat Energies Vienne)**
- ✓ Atlas des paysages de la Vienne (CAUE)



Une Charte départementale



Charte des collectivités de la Vienne et des professionnels en faveur d'un développement maîtrisé et concerté de l'éolien*



- ➔ Issue de la Charte rédigée par l'association Amorce et signée en 2014 par le Syndicat Énergies Vienne,
- ➔ Proposition d'une déclinaison départementale, pour renforcer la méthode proposée à l'échelle nationale.
- ➔ Aboutir à un développement maîtrisé et respectueux du cadre de vie et du patrimoine.

***collectivités = commune + intercommunalité**

Les objectifs

- ✓ Permettre aux parties prenantes de partager des règles communes tout au long du projet.
- ✓ Associer les collectivités locales de la Vienne, en présence du Département de la Vienne, de l'Association des Maires et des Présidents d'intercommunalité de la Vienne et du Syndicat ENERGIES VIENNE aux projets éoliens, le plus en amont possible de leur développement.
- ✓ Répondre aux interrogations de la population et des médias, ainsi que la capacité de se positionner concrètement sur chaque projet éolien.

Les signataires

- ✓ Charte proposée par le Département, L'Association des Maires et des Présidents d'intercommunalités de la Vienne et le Syndicat Energies Vienne
- ✓ Diffusée à l'ensemble des acteurs locaux et collectivités suite à sa validation.
- ✓ Signature volontaire sur chaque projet par le développeur, la commune et l'intercommunalité concernée.

La collectivité et le développeur signent conjointement la charte avant toute démarche sur le territoire.

Les engagements des collectivités

✓ En amont du projet

- Lorsqu'elle est saisie par un développeur éolien, la collectivité **émet un avis** par délibération sur l'opportunité du projet éolien sur son territoire et le lancement d'études.
- La collectivité informe les propriétaires fonciers des zones d'étude du projet éolien.

✓ Phase de développement du projet

- La collectivité désigne les élus qui participeront au dispositif de suivi et de concertation.
- Sur la base des éléments présentés par le développeur, la collectivité **émet un avis** sur le projet de demande d'Autorisation Environnementale par délibération, avant dépôt officiel du dossier.
- Elle transmet au développeur la liste des prestataires locaux susceptibles d'intervenir aux différentes étapes.

✓ Phase d'exploitation du projet

- La collectivité communique sur les éléments du bilan annuel du parc éolien auprès des citoyens.
- Elle centralise les demandes de visite du parc éolien (scolaires, élus, riverains, etc...), puis sollicite un interlocuteur unique (développeur, exploitant, société de maintenance, etc.) qui assurera les visites.

Les engagements des développeurs

✓ En amont du projet

- Le développeur **demande à la collectivité** de se prononcer sur l'opportunité d'un projet avant de rencontrer les propriétaires fonciers et d'approfondir des études sur site.

✓ Phase de développement du projet

- Le développeur propose une méthode de travail permettant d'associer les acteurs locaux au montage du projet.
- Il s'engage à **présenter le projet à l'assemblée délibérante** de la collectivité dans sa version définitive avant dépôt de la demande d'Autorisation Environnementale.
- Il étudie l'ouverture du capital de la société de projet ou la possibilité de mettre en place un financement participatif.
- Il consulte les prestataires locaux susceptibles d'intervenir à chaque étape.

✓ Phase d'exploitation du projet

- Le développeur s'engage à ce que l'exploitant du parc éolien transmette chaque année à la collectivité un rapport d'activité synthétique.
- Il s'engage à ce que le parc éolien puisse être visité.

Suites à donner :



- ✓ Présentation au Comité départemental de l'éolien le 7 septembre 2020.
- ✓ Recueil des remarques éventuelles avant le 30 septembre.
- ✓ Validation de la charte par les porteurs : Département, Association des Maires et des Présidents d'intercommunalités de la Vienne et Syndicat Energies Vienne.
- ✓ Délibération de chaque porteur de la démarche.
- ✓ Diffusion de la charte auprès de l'ensemble des collectivités de la Vienne et acteurs concernés pour signature en cas de projet.

COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

- ✓ Présentation du comité et des objectifs (Alain Pichon)
- ✓ Etat des lieux des énergies renouvelables en Vienne (AREC)
- ✓ Proposition de charte départementale (Syndicat Energies Vienne)
- ✓ Atlas des paysages de la Vienne (CAUE)



86

Vienne

c|a.u.e

Conseil d'architecture, d'urbanisme
et de l'environnement

Un atlas des paysages pour la Vienne

Comité départemental éolien
7 septembre 2020

■ Qu'est-ce qu'un atlas des paysages ?

Outils d'identification et de cartographie des différents types de paysage d'un territoire.

- **Décrire** « ce qui existe »
 - Caractérisation des « entités paysagères »
 - Les cartographier
- Prendre en compte la **diversité des points de vue**.
- Identifier les **évolutions** à l'œuvre, les enjeux.

POUR **préserver** et **améliorer** la qualité du cadre de vie.

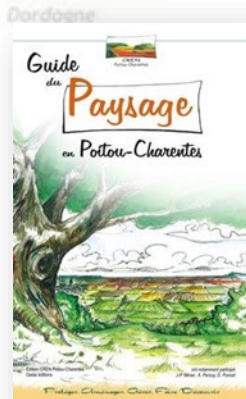
■ Un atlas pour quoi ?

- Définir un **cadre de référence et de connaissance**, partagé entre **différents acteurs**.
- **Sensibiliser** le public et les élus à la prise en compte et à la protection des paysages.
- Participer à la définition d'une **identité locale**.
- Un outil pour **préserver** et **valoriser** l'identité paysagère de chaque entité.
- Un **support** à des stratégies de maîtrise de la qualité des paysages et du cadre de vie → planification

Où en est-on ?



L'Atlas régional des paysages de Poitou – Charentes 1999



ENTRE PAYSAGES 104
PLAINES DE NEUILLE, CRAON, MONCONTOUR ET THOUARS

La végétation arboree au contact du SMI
 Les arbres sont souvent alignés le long des routes et des champs, ils forment des haies, des bosquets et des vergers. Ils sont souvent plantés par les agriculteurs pour protéger leurs cultures et leurs animaux. Les arbres les plus courants sont le hêtre, le chêne, le châtaignier et le frêne.

Le dernier des cultures
 Une culture traditionnelle à base de céréales. Les champs sont divisés en parcelles rectangulaires, séparées par des haies et des fossés. Les cultures les plus courantes sont le blé, le maïs et le soja.

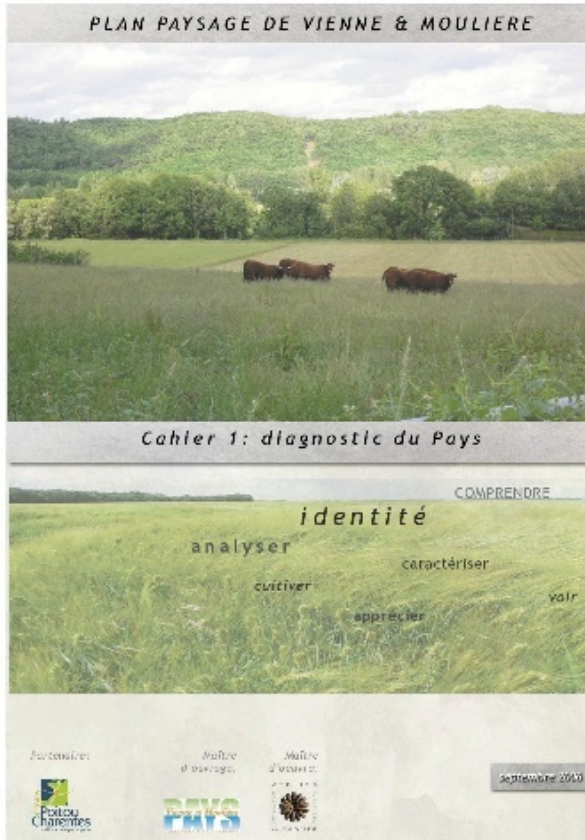
Le regard, posé sur le plain, est décapé par les cotées de Saône
 Les cotées de Saône sont des reliefs doux qui se dressent au-dessus des plaines. Elles sont couvertes de champs et de forêts, et offrent une vue panoramique sur la région.

L'alignement de Neuille et ses alignements d'arbres
 Les alignements d'arbres sont une caractéristique importante du paysage. Ils sont plantés par les agriculteurs pour protéger leurs cultures et leurs animaux. Les arbres les plus courants sont le hêtre, le chêne, le châtaignier et le frêne.

Des paysages variés
 Les paysages de la région sont très variés. On trouve des plaines, des cotées, des forêts et des villages. Les paysages les plus typiques sont les plaines de Neuille, Craon, Moncontour et Thouars.

Site internet <http://www.paysage-poitou-charentes.org/>

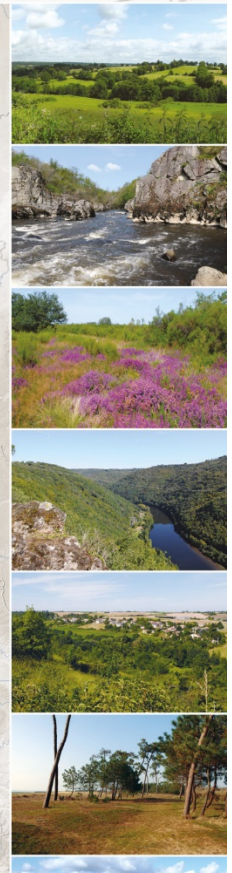
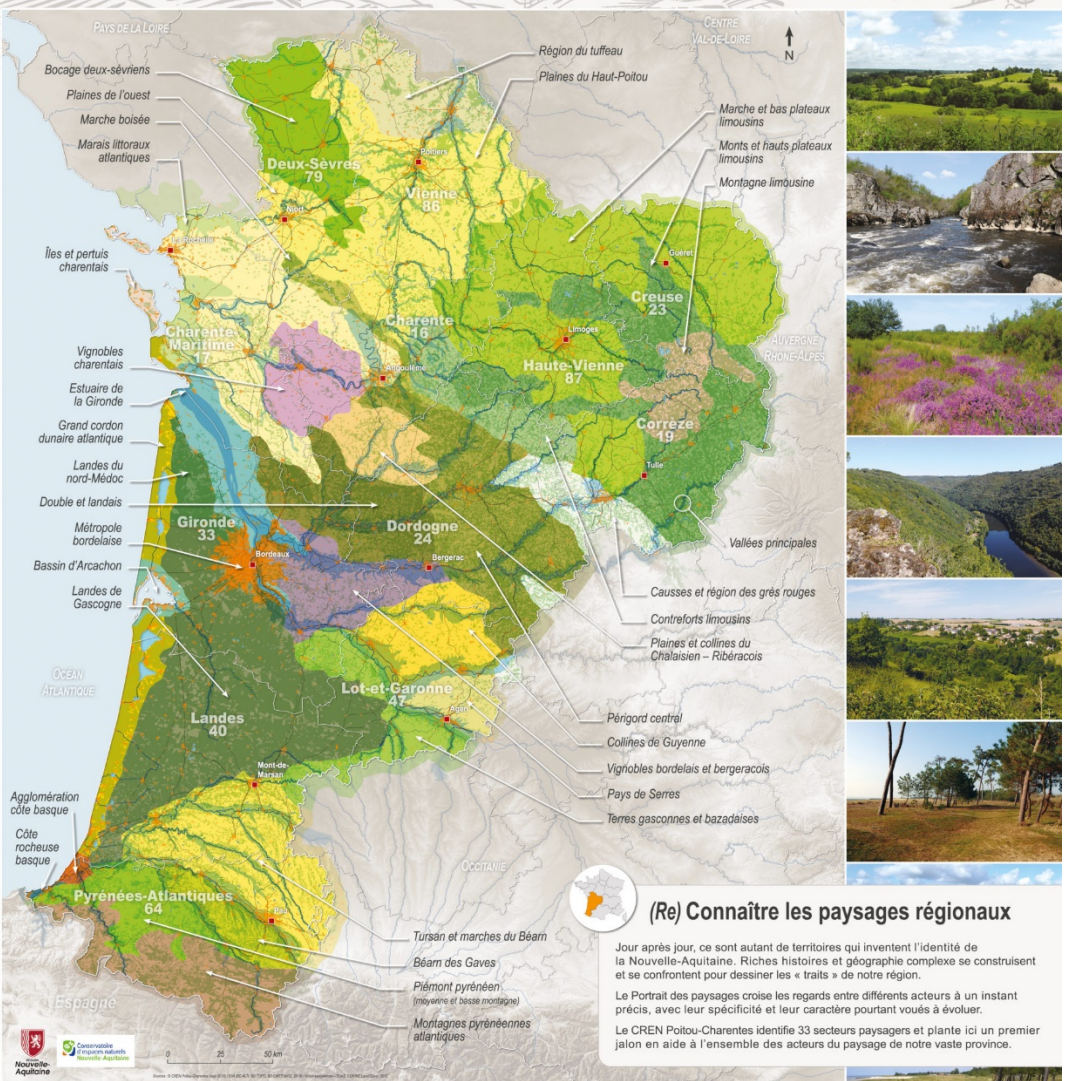
Où en est-on ?



Plan Paysage Vienne et Moulière (Atelier du Sablier)– 2006
 Charte Architecturale et Paysagère du Pays civraisien (Mandragore) - 2004
 Travaux des Pays d'art et d'histoire Montmorillonnais, Châtelleraudais...

Portrait des paysages de Nouvelle-Aquitaine

-  Regarder de plus loin, de plus haut
-  Croiser nos regards sur le paysage
-  Valoriser le paysage



« Portrait des paysages de Nouvelle Aquitaine ». Réalisé en 2019 par le CEN.

(Re) Connaître les paysages régionaux

Jour après jour, ce sont autant de territoires qui inventent l'identité de la Nouvelle-Aquitaine. Riches histoires et géographie complexe se construisent et se confrontent pour dessiner les « traits » de notre région.

Le Portrait des paysages croise les regards entre différents acteurs à un instant précis, avec leur spécificité et leur caractère pourtant voués à évoluer.

Le CREN Poitou-Charentes identifie 33 secteurs paysagers et plante ici un premier jalon en aide à l'ensemble des acteurs du paysage de notre vaste province.



Des exemples d'atlas inspirants

DIVERSITÉS DE PAYSAGES



Grandes cultures de coteaux



ATLAS DES PAYSAGES DE SAÔNE-ET-LOIRE

RECHERCHER OK

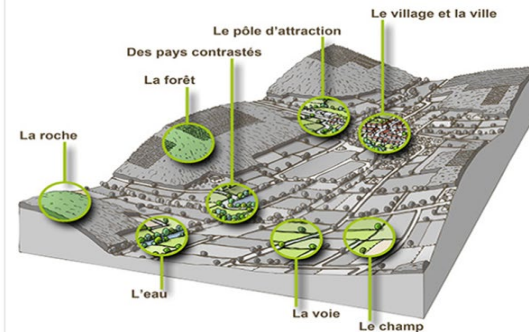
Découvrir les paysages de Saône-et-Loire Représentations culturelles et sociales Unités paysagères Dynamiques et enjeux Présentation et méthode En savoir

Accueil > Découvrir les paysages de Saône-et-Loire

DÉCOUVRIR LES PAYSAGES DE SAÔNE-ET-LOIRE

Découvrir les paysages de Saône-et-Loire

Les paysages de Saône-et-Loire se sont modelés, dessinés à travers les péripéties de l'histoire de la terre, des hommes d'hier et de ceux d'aujourd'hui. Chaque territoire a connu plusieurs strates de roches et à l'échelle historique, plusieurs vagues de bâtisseurs de routes, de villes et de campagnes. Ces phénomènes ont laissé leur empreinte dans la forme des reliefs, des rivières, des champs, des forêts et des arbres, des bourgs, des maisons.



Cliquer dans les cercles pour accéder aux thèmes correspondants

■ L'Atlas des paysages de la Vienne

1. Relayer et appuyer la **stratégie départementale**
2. Relayer et être au service des **projets des intercommunalités.**
3. Associer les **acteurs locaux** concernés
4. Prendre en compte les évolutions liées aux énergies renouvelables et à l'éolien en particulier
5. Inscrire les paysages dans une **vision dynamique** d'évolution
6. Livrables : au moins un ouvrage papier grand public de type « guide de voyage », et un outil de consultation numérique en ligne.
7. Prendre pleinement en compte les **paysages urbains.**

■ Planning indicatif

Durée minimum : 2 ans

Démarrage prévisionnel : début 2021

■ Portage

Maîtrise d'ouvrage : Conseil Départemental

Animation de la démarche : CAUE 86

Merci de votre attention

COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

✓ Temps d'échanges



COMITE DEPARTEMENTAL DE SUIVI DE L'EOLIEN

Réunion du 7 septembre 2020

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Observation n°9

Déposée le 20 Décembre 2020 à 11:30

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Je vous adresse une jurisprudence récente de la Cour administrative d'appel de NANTES à propos d'un parc éolien maritime qui devait être implanté dans une ZPS (zone natura 2000).

La Cour considère qu'il existe des doutes raisonnables d'un point de vue scientifique quant à l'existence d'effets significatifs sur la conservation de certaines espèces protégées.

Cette jurisprudence est transposable ici, et je me réfère à la contribution numéro 1 très détaillée sur les atteintes à la protection notamment de l'outarde canepetière

Ce projet qui contrevient aux dispositions de l'article L414- 4 du code de l'environnement, ne peut donc pas prospérer.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

1 document joint.

**COUR ADMINISTRATIVE D'APPEL
DE NANTES**

N° 19NT02389

ASSOCIATION NATURE ET CITOYENNETÉ
CRAU CAMARGUE ALPILLES

M. François-Xavier Bréchet
Rapporteur

M. Benoît Mas
Rapporteur public

Audience du 18 septembre 2020
Lecture du 6 octobre 2020

C

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

AU NOM DU PEUPLE FRANÇAIS

La cour administrative d'appel de Nantes

(5^{ème} chambre)

Vu la procédure suivante :

Par une requête et des mémoires, enregistrés les 20 juin 2019, 23 décembre 2019, 17 février 2020 et 11 mars 2020, l'association Nature et citoyenneté Crau Camargue Alpilles (NACICCA), représentée par Me Victoria, demande à la cour :

1°) d'annuler l'arrêté du 18 février 2019 par lequel le préfet des Bouches-du-Rhône a autorisé, au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement, la construction et l'exploitation d'un parc éolien en mer au large de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône ;

2°) de mettre à la charge de l'État et de la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large une somme de 3 000 euros au titre des dispositions de l'article L. 761-1 du code de justice administrative.

Elle soutient que :

- l'arrêté attaqué a été signé par une autorité incompétente ;
- il a été pris à la suite d'une étude d'impact insuffisante, en méconnaissance des dispositions de l'article R. 122-5 du code de l'environnement ;
- il a été pris à la suite d'une évaluation insuffisante des incidences Natura 2000 et méconnaît l'article L. 414-4 du code de l'environnement ;
- il a été pris à la suite d'une procédure irrégulière en l'absence de consultation de la commission locale de l'eau ;
- il a été pris en méconnaissance des dispositions du III de l'article L. 331-14 du code de l'environnement, en raison de l'absence d'avis conforme des parcs nationaux des Calanques et de Port-Cros ;

- il a été pris à la suite d'une enquête publique réalisée dans des conditions irrégulières, en méconnaissance des dispositions des articles R. 214-8, R. 123-9, R. 123-6 et R. 123-19 du code de l'environnement ;
- il méconnaît les dispositions des articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement ;
- il porte une atteinte excessive aux intérêts protégés par l'article L. 211-1 du code de l'environnement ;
- il méconnaît le principe de précaution prévu à l'article L. 110-1 du code de l'environnement.

Par des mémoires en défense, enregistrés les 21 octobre 2019, 23 janvier 2020 et 1^{er} mars 2020, la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large, représentée par Me Elfassi, demande à la cour :

1°) à titre principal, de rejeter la requête ;

2°) à titre subsidiaire, si la cour retenait l'existence d'un vice affectant l'autorisation environnementale, de faire application des dispositions de l'article L. 181-18 du code de l'environnement, le cas échéant en limitant la portée de l'annulation au vice retenu ou en prononçant un sursis à statuer le temps que l'autorisation soit régularisée ;

3°) de mettre à la charge de l'association requérante une somme de 3 000 euros au titre de l'article L. 761-1 du code de justice administrative.

Elle soutient que :

- la requête est irrecevable dès lors que l'association NACICCA ne justifie pas de son intérêt lui donnant qualité pour agir contre l'arrêté attaqué ;
- les moyens soulevés par l'association requérante ne sont pas fondés ;
- si des vices entachant l'arrêté attaqué devaient être retenus par la cour, il y aurait lieu, en application de l'article L. 181-18 du code de l'environnement, de surseoir à statuer le temps que l'autorisation soit régularisée.

Par un mémoire en défense, enregistré le 23 décembre 2019, le ministre de la transition écologique et solidaire demande à la cour de rejeter la requête.

Il soutient que les moyens soulevés par l'association requérante ne sont pas fondés.

Par un courrier du 23 avril 2020, la cour a informé les parties, en application de l'article L. 181-18 du code de l'environnement, qu'elle était susceptible de surseoir à statuer sur la requête de l'association NACICCA jusqu'à l'expiration d'un délai de six mois afin de permettre la régularisation de trois vices susceptibles d'être retenus.

Par des mémoires en défense, enregistrés les 29 avril et 22 mai 2020, la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large a présenté des observations en réponse au courrier de la cour du 23 avril 2020.

Elle soutient que :

- aucun des moyens indiqués par la cour dans son courrier n'est fondé ;
- à titre subsidiaire, il y aurait lieu de surseoir à statuer le temps que l'autorisation soit régularisée.

Par des mémoires en défense, enregistrés les 4 mai, 28 mai et 13 août 2020, le ministre de la transition écologique et solidaire a présenté des observations en réponse au courrier de la cour du 23 avril 2020.

Il soutient que :

- aucun des moyens indiqués par la cour dans son courrier n'est fondé ;
- à titre subsidiaire, en cas de sursis à statuer, un délai d'un an serait nécessaire pour permettre notamment la formalisation et l'instruction d'une demande de dérogation à l'interdiction de détruire, altérer, perturber des espèces ou habitats d'espèces protégées, et l'exécution de l'autorisation attaquée devrait être suspendue jusqu'à cette délivrance.

Par des mémoires, enregistrés les 6 mai, 11 mai, 12 mai, 8 juin et 21 juin 2020, l'association NACICCA a présenté des observations en réponse au courrier de la cour du 23 avril 2020.

Elle soutient que :

- la méconnaissance des dispositions de l'article L. 414-4 du code de l'environnement et le vice lié à l'absence de dérogation à l'interdiction de détruire, altérer, perturber des espèces ou habitats d'espèces protégées ne sont pas susceptibles d'être régularisés ;
- en tout état de cause, la régularisation de ces vices nécessiterait l'organisation d'une nouvelle enquête publique dès lors que les trois vices susceptibles d'être retenus sont de nature à porter atteinte à l'information du public.

Vu les autres pièces du dossier.

Vu :

- le code de l'environnement ;
- l'ordonnance n° 2017-80 du 26 janvier 2017 ;
- le décret n° 2016-9 du 8 janvier 2016 ;
- l'arrêt de la Cour de justice de l'Union européenne du 29 juillet 2019, Inter-Environnement Wallonie et Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen (aff. C-411/17) ;
- le code de justice administrative.

Les parties ont été régulièrement averties du jour de l'audience.

Ont été entendus au cours de l'audience publique :

- le rapport de M. Bréchet,
- les conclusions de M. Mas, rapporteur public,
- et les observations de Me Victoria, représentant l'association Nature et citoyenneté Crau Camargue Alpilles, et de Me Elfassi, représentant la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large.

Une note en délibéré, présentée pour la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large, a été enregistrée le 22 septembre 2020.

Considérant ce qui suit :

1. En août 2015, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) a lancé un appel à projets pour le déploiement de « fermes éoliennes flottantes pilotes », en vue d'évaluer, dans des conditions réelles d'exploitation, la technologie de l'éolien en mer flottant ainsi que ses impacts sur les autres activités et sur l'environnement. Le 3 novembre 2016, la société Parc Eolien Offshore de Provence Grand Large (ci-après la « société PGL »), détenue à 100 % par la société EDF Energies Nouvelles, a été désignée lauréate de cet appel à projet pour développer une « ferme pilote » de trois éoliennes flottantes de 8 MW, pour une puissance totale installée de 24 MW, soit une production équivalente à la consommation électrique de 40 000 habitants. Ces éoliennes, espacées d'environ 920 mètres et positionnées en rangée sur un axe nord-est / sud-ouest autour de l'isobathe de 100 mètres, reposeront chacune sur une plateforme flottante rattachée aux fonds marins par six lignes tendues reliées à des ancres. Le parc pilote sera implanté au large de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône), à 17 kilomètres de la plage Napoléon, au sein d'une zone concédée d'une surface d'environ 0,78 kilomètre carré.

2. Le 15 mai 2017, la société PGL a déposé une demande d'autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement, c'est-à-dire de la législation sur l'eau, pour la construction de son parc éolien flottant. En application du 5° de l'article 15 de l'ordonnance du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale, la société pétitionnaire a fait part de sa volonté que sa demande soit déposée, instruite et délivrée en application des dispositions du chapitre IV du titre Ier du livre II du code de l'environnement dans leur rédaction antérieure à cette ordonnance. Par l'arrêté attaqué du 18 février 2019, le préfet des Bouches-du-Rhône a autorisé, au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement, la construction et l'exploitation d'un parc éolien en mer au large de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône. L'association Nature et citoyenneté Crau Camargue Alpilles (NACICCA) demande à la cour l'annulation de cet arrêté.

Sur la fin de non-recevoir opposée par la société défenderesse :

3. Le premier alinéa du I de l'article L. 214-3 du code de l'environnement soumet à autorisation « *les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter gravement atteinte à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique, notamment aux peuplements piscicoles* ». Aux termes du deuxième alinéa du I du même article, dans sa rédaction applicable à la date à laquelle l'arrêté attaqué a été pris : « *Les prescriptions nécessaires à la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 211-1, les moyens de surveillance, les modalités des contrôles techniques et les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident sont fixés par l'arrêté d'autorisation et, éventuellement, par des actes complémentaires pris postérieurement* ». Aux termes du même second alinéa du I du même article, dans sa rédaction désormais applicable : « *Cette autorisation est l'autorisation environnementale régie par les dispositions du chapitre unique du titre VIII du livre I^{er}, sans préjudice de l'application des dispositions du présent titre* ».

4. Le I de l'article 3 du décret du 8 janvier 2016 concernant les ouvrages de production et de transport d'énergie renouvelable en mer, dans sa rédaction applicable au litige, prévoit que les décisions relatives à des ouvrages de production d'énergie renouvelable en mer prises en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement « *peuvent être directement déférées à la juridiction administrative dans les conditions fixées par les articles L. 181-17, L. 181-18 et R. 181-50 du code de l'environnement* », c'est-à-dire notamment, en vertu du 2° de ce dernier article, « *par les tiers intéressés en raison des inconvénients ou des dangers pour les intérêts mentionnés à l'article L. 181-3 (...)*. » Aux termes de l'article L. 181-3 du code de l'environnement, dans sa rédaction applicable au litige : « *I. – L'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent la prévention des dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1, selon les cas. / (...)* »

5. L'association Nature et citoyenneté Crau Carmague Alpilles, association agréée pour la protection de l'environnement au titre des articles L. 141-1 et suivants du code de l'environnement, a pour objet statutaire de « *veiller, protéger, défendre et valoriser le patrimoine naturel et sa biodiversité des départements des Bouches-du-Rhône et du Gard, et des territoires marins au droit de ces départements* », et notamment de « *veiller à la protection, la conservation et la restauration des espaces, ressources, milieux et habitats naturels, des espèces animales et végétales, de la diversité et des équilibres fondamentaux écologiques, de l'eau, (...) de lutter contre les pollutions et nuisances (...)*. » Elle exerce son action sur le territoire des Bouches-du-Rhône et du département du Gard, ainsi que sur les territoires marins au droit de ces départements, jusqu'à la limite des eaux territoriales françaises. Eu égard à son objet statutaire, l'association requérante justifie d'un intérêt lui donnant qualité pour demander l'annulation de l'arrêté attaqué, qui autorise la construction et l'exploitation, au droit du département des Bouches-du-Rhône, d'un parc éolien en mer flottant dans les eaux territoriales françaises susceptible de générer des inconvénients ou dangers pour la préservation des écosystèmes aquatiques, laquelle relève des intérêts mentionnés à l'article L. 211-1 du code de l'environnement. Il s'ensuit que la fin de non-recevoir opposée par la société PGL doit être écartée.

Sur la légalité de l'arrêté attaqué :

6. En vertu de l'article L. 181-17 du code de l'environnement, issu de l'article 1^{er} de l'ordonnance du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale et applicable depuis le 1^{er} mars 2017, l'autorisation environnementale est soumise, comme l'autorisation l'unique l'était avant elle ainsi que les autres autorisations mentionnées au 1° de l'article 15 de cette même ordonnance, à un contentieux de pleine juridiction. Il appartient, dès lors, au juge du plein contentieux d'apprécier le respect des règles de procédure régissant la demande d'autorisation au regard des circonstances de fait et de droit en vigueur à la date de délivrance de l'autorisation et celui des règles de fond régissant l'installation au regard des circonstances de fait et de droit en vigueur à la date à laquelle il se prononce.

En ce qui concerne le moyen tiré de ce que l'arrêté attaqué a été signé par une autorité incompétente :

7. Par un arrêté du 14 décembre 2018, publié le même jour au recueil des actes administratifs de la préfecture, le préfet des Bouches-du-Rhône a donné à M. Nicolas Dufaud, secrétaire général adjoint de la préfecture, délégation de signature à l'effet de signer « *tous actes,*

arrêtés, décisions, circulaires, rapports et correspondances relevant des attributions de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône » à l'exception de certaines décisions dont ne relèvent pas les autorisations délivrées sur le fondement de l'article L. 214-3 du code de l'environnement. Il suit de là que le moyen tiré de l'incompétence du signataire de l'arrêté attaqué doit être écarté.

En ce qui concerne le moyen tiré de l'insuffisance de l'étude d'impact :

8. L'article R. 122-5 du code de l'environnement définit le contenu de l'étude d'impact, qui est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine. L'étude d'impact présente notamment une analyse de l'état initial de la zone et des milieux, une description des incidences que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement du fait de sa construction et de son existence ainsi que du fait de ses effets cumulés avec d'autres projets, une analyse des principales solutions de substitution examinées par le pétitionnaire et les mesures prévues pour éviter, réduire et compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine.

9. Les inexactitudes, omissions ou insuffisances d'une étude d'impact ne sont susceptibles de vicier la procédure et donc d'entraîner l'illégalité de la décision prise au vu de cette étude que si elles ont pu avoir pour effet de nuire à l'information complète de la population ou si elles ont été de nature à exercer une influence sur la décision de l'autorité administrative.

S'agissant du caractère suffisant de l'analyse de l'état initial :

10. En premier lieu, le chapitre 2 de l'étude d'impact, relatif à l'état initial de la zone et des milieux, comporte notamment, en pages 155 et suivantes, des développements sur les mammifères marins et les tortues marines, dont la fréquentation de la zone d'étude a été caractérisée à partir de recherches bibliographiques et d'observations *in situ* par un bureau d'étude spécialisé lors de campagnes en mer. Il ne résulte pas de l'instruction que la méthodologie suivie pour recenser la présence de ces mammifères marins et des tortues marines aurait été insuffisante, sans qu'ait d'incidence à cet égard la circonstance que l'ensemble des recommandations figurant dans le « guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer », établi en 2017 par le ministère chargé de l'environnement, n'aient pas été suivies.

11. En deuxième lieu, si la version initiale de l'étude d'impact était silencieuse sur l'inventaire des mammifères terrestres susceptibles de migrer en milieu marin, notamment les chiroptères, la société PGL a réparé cette lacune en septembre 2018, à la suite d'une recommandation de l'autorité environnementale, et fait réaliser une expertise chiroptérologique par un bureau d'étude spécialisé. Cette étude repose essentiellement sur des analyses bibliographiques et des hypothèses émises sur le comportement des chiroptères en Méditerranée, non corroborées par des inventaires de terrain. Il est constant que l'état des connaissances concernant la migration des chiroptères dans le bassin méditerranéen est très limité, ce qui aurait pu justifier de réaliser des campagnes d'observations pour les améliorer. Pour autant, ces campagnes n'étaient pas indispensables en l'espèce eu égard à la taille modeste du parc éolien pilote en cause et à son impact potentiel sur les chiroptères, lesquels privilégient le milieu terrestre et les eaux côtières, n'utilisant que marginalement le milieu marin sous certaines conditions météorologiques.

12. En troisième lieu, il résulte de l'instruction que l'analyse de l'état de la ressource halieutique, bien que succincte dans l'étude d'impact, était proportionnée à sa sensibilité environnementale au regard du projet en cause.

13. En quatrième lieu, l'état de l'avifaune dans la zone susceptible d'être affectée par le projet est présenté en pages 171 et suivantes du chapitre 2 de l'étude d'impact, complété par une expertise avifaunistique du 4 septembre 2018 réalisée en réponse aux observations de l'autorité environnementale. Cet état de l'avifaune résulte de plusieurs campagnes d'identification des espèces en mer réalisées de façon mensuelle par bateau entre septembre 2011 et août 2012 puis entre janvier et décembre 2013, et de façon bimensuelle par avion en 2013. Elles ont été complétées par six sessions de quatre jours continus de suivi par radar réalisées entre septembre 2011 et juillet 2012 depuis la plage Napoléon, afin de quantifier la fréquentation ornithologique sur le secteur situé entre le parc projeté et la côte. Si l'association requérante soutient que ces échantillonnages mensuels ne permettaient pas de prendre en compte la très forte variabilité journalière, saisonnière et annuelle de la distribution et de l'abondance en mer des migrateurs terrestres, ces limites sont évoquées par l'étude d'impact en pages 96 et 97 de son chapitre 8 relatif à la « présentation des méthodes utilisées et difficultés éventuelles rencontrées ». Par ailleurs, il ne résulte pas de l'instruction qu'un suivi radar en continu pendant six mois, qui aurait été en mesure de mettre en évidence la très forte variabilité du flux migratoire et donc de mieux estimer les effectifs d'oiseaux migrateurs en présence, aurait été proportionné à l'enjeu environnemental du projet, composé de seulement trois éoliennes. À cet égard, la circonstance que le bureau d'étude spécialisé qui a réalisé l'étude avifaunistique recommande de procéder à une campagne de suivi par radar pendant une longue période à chaque période de migration dans la perspective du développement de parcs commerciaux d'éoliennes en mer de plus grande ampleur ne démontre pas que les campagnes réalisées dans le cadre du projet contesté seraient insuffisantes, compte-tenu, ainsi qu'il vient d'être dit, de la relative modestie de la ferme pilote projetée.

14. En cinquième lieu, l'étude d'impact qualifie de « faible » l'enjeu du projet sur la tortue caouanne et les mammifères marins, notamment le grand dauphin, observé à de nombreuses reprises en transit ou en alimentation à proximité de la zone du projet, ainsi que le rorqual commun et le dauphin bleu et blanc, qui y ont été aperçus de façon plus occasionnelle. Si l'association NACICCA soutient que, du fait du statut vulnérable de ces espèces protégées et de leur fréquentation croissante du site d'implantation du projet, l'exploitant aurait dû qualifier le niveau d'enjeu de « fort », comme le préconisait d'ailleurs l'autorité environnementale concernant le grand dauphin et la tortue caouanne, il ne résulte en tout état de cause pas de l'instruction que cette inexactitude ait pu avoir pour effet de nuire à l'information complète de la population ou ait été de nature à exercer une influence sur la décision de l'autorité administrative.

15. En sixième lieu, l'étude d'impact, en page 231 de son chapitre 2, qualifie de « fort » le niveau d'enjeu global de l'avifaune dans la zone d'implantation du parc éolien pilote, située au large du delta de Camargue, zone humide d'importance internationale pour la nidification, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux marins et terrestres. Quarante-quatre espèces d'oiseaux, dont quarante-et-une protégées, ont été inventoriées dans la zone d'implantation du projet, laquelle se situe dans l'emprise d'un site du réseau européen Natura 2000, à savoir la zone de protection spéciale FR 9310019 « Camargue ». Outre le niveau d'enjeu global de l'avifaune, l'étude d'impact (en page 184 de son chapitre 2), complétée par une expertise avifaunistique du 4 septembre 2018, définit un niveau d'enjeu propre à chaque espèce ou groupe d'espèces d'oiseaux identifiées comme présentes dans la zone d'implantation du projet. À l'exception des puffins, dont l'enjeu est qualifié de « fort », celui des autres espèces ou

groupes d'espèces est qualifié de « moyen » ou de « faible », ce que conteste l'association NACICCA.

16. En ce qui concerne, tout d'abord, les oiseaux migrateurs terrestres, pour lesquels l'enjeu est qualifié de « moyen » par l'étude d'impact, il est vrai que la Camargue constitue un site de halte migratoire et d'hivernage majeur à l'échelle européenne, notamment pour les anatidés (canards, oies et cygnes) et autres oiseaux d'eaux (grèbes, hérons, cormorans, limicoles, laridés, passereaux), et que des milliards d'oiseaux migrent chaque année entre l'Afrique et l'Europe par la Méditerranée, bien que la plupart privilégient les voies de migration terrestre à la migration en mer. À cet égard, il est estimé que plusieurs milliers d'oiseaux par kilomètre de front s'engagent quotidiennement en mer en Méditerranée, essentiellement de nuit, entre la fin du mois d'août et la fin du mois d'octobre. Pour autant, compte-tenu de la faible emprise du projet composé de seulement trois éoliennes et de l'importance de la répartition spatiale de la migration nocturne à l'échelle de la Méditerranée et en altitude, il ne résulte pas de l'instruction que le projet en cause présenterait un enjeu « fort » plutôt que « moyen » pour les oiseaux migrateurs terrestres.

17. En ce qui concerne, ensuite, les autres espèces d'oiseaux, les niveaux d'enjeu retenus par l'exploitant dans son étude d'impact apparaissent adaptés à leur patrimonialité, aux effectifs concernés et à leur fréquence d'utilisation de la zone d'exploitation. En particulier, si l'océanite tempête est une espèce protégée classée « en danger critique de disparition en France » (CR) sur la « liste rouge France » des nicheurs, leur très faible fréquentation du site (4 à 5 individus observés au total au cours des campagnes de suivi, respectivement par avion et bateau), même rapportée au faible effectif de l'espèce (200 à 300 couples nicheurs en France, dont probablement moins de 50 en France méditerranéenne), pouvait justifier de leur associer un enjeu de niveau « moyen » plutôt que « fort ».

18. En tout état de cause, alors que l'étude d'impact qualifie de « fort » le niveau d'enjeu global de l'avifaune dans la zone d'implantation du parc éolien pilote, la circonstance que le niveau d'enjeu ne soit pas identifié comme aussi élevé pour les espèces et groupes d'espèces autres que les puffins n'a pu avoir pour effet de nuire à l'information complète de la population ni n'a été de nature à exercer une influence sur la décision de l'autorité administrative.

S'agissant du caractère suffisant de l'analyse des effets propres au projet :

19. En premier lieu, les effets sur l'environnement de la dégradation des anodes dites « sacrificielles », dont l'objet est de protéger les flotteurs de la corrosion marine, sont décrits en pages 95 et 96 du chapitre 3 de l'étude d'impact, intitulé « effets et impacts du projet », et ont fait l'objet de précisions en pages 19 et suivantes du document de septembre 2018 réalisé par le pétitionnaire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale. Il en ressort que la dégradation des anodes, constituées à 95 % d'aluminium, conduira à un relargage dans le milieu marin de 7 kg d'aluminium par jour, ce qui n'aura pas d'effets sur la qualité des eaux marines, dans lesquelles l'aluminium est naturellement présent. Il résulte par ailleurs de l'instruction que le cadmium, métal très toxique pour l'environnement, ne sera présent dans les anodes qu'à l'état de traces, tandis que le zinc, qui représente le second composant en masse d'une anode (pour environ 5 %), ne provoquera pas d'apports susceptibles d'engendrer un risque environnemental eu égard à leurs très faibles concentrations. Enfin, le risque de bio-accumulation présenté par ces anodes n'est pas établi par les pièces du dossier.

20. En deuxième lieu, il ressort de l'expertise chiroptérologique réalisée en complément de l'étude d'impact initiale que 17 espèces de chiroptères sont présentes sur le littoral de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, dont seules 3 espèces possèdent des comportements leur permettant de fréquenter potentiellement le milieu marin et donc la zone du projet, pendant une période inférieure à 43 jours par an compte-tenu de leur période d'activité et des conditions de vents. En outre, le risque de collision est évalué comme faible, tandis que les autres risques sont considérés comme négligeables. S'il est vrai, comme le reconnaît le bureau d'étude qui a réalisé cette expertise, que l'état des connaissances est très limité sur le comportement des chiroptères en Méditerranée, l'association NACCICA n'apporte pas d'éléments suffisants de nature à démontrer que les effets du projet sur les chiroptères auraient été sous-estimés par l'exploitant.

21. En troisième lieu, contrairement à ce que soutient l'association requérante, les effets du projet sur les poissons et les macro-invertébrés (mollusques et crustacés) ont été évalués de façon suffisante dans l'étude d'impact.

22. En quatrième lieu, il ne résulte pas de l'instruction que les effets du projet sur les mammifères et les reptiles marins aient été à tort qualifiés de négligeables. En particulier, contrairement à ce que soutient l'association requérante, les chaînes d'ancrage, peu nombreuses et peu denses, ne généreront pas de risques d'enchevêtrement, tandis que les flotteurs des éoliennes, caractérisés par une faible mobilité latérale (de quelques mètres en conditions normales à 15 mètres en conditions exceptionnelles autour de la position nominale de l'éolienne), pourront facilement être identifiés et évités. Quant au risque de collision avec les navires chargés de la maintenance du site, pendant seulement quelques jours par an, il apparaît également négligeable au regard de l'importance du trafic maritime existant au large du golfe de Fos.

23. En cinquième lieu, l'association requérante soutient que les effets du projet sur l'avifaune ont été à tort évalués comme « négligeables à moyens », alors que le niveau d'incertitude est important en l'absence de retour d'expérience sur l'éolien flottant en Méditerranée.

24. Il résulte de l'instruction que les éoliennes flottantes projetées, comme il a été dit, se caractériseront par une faible mobilité latérale de quelques mètres en conditions normales autour de la position nominale de l'éolienne, cette mobilité pouvant aller jusqu'à 15 mètres en conditions exceptionnelles. Dès lors, l'exploitant pouvait notamment, pour analyser l'impact du projet, s'appuyer sur les retours d'expérience des parcs éoliens posés installés au nord de l'Europe, tout en relativisant leur portée compte-tenu de la différence de contexte, comme cela a été fait dans l'étude d'impact.

25. En ce qui concerne les puffins, espèces protégées vulnérables, l'étude d'impact qualifie le niveau d'impact du projet de « moyen » s'agissant de « l'effet collision », de « l'effet dérangement et de perte d'habitat associée » et de « l'effet barrière et modification des trajectoires » pour le puffin yelkouan et le puffin de Scopoli, et de « faible » s'agissant de ces mêmes effets pour le puffin des Baléares. En particulier, il résulte de l'instruction que le risque de collision concernant ces espèces est faible, étant donné qu'elles volent à très basse altitude, généralement à une hauteur inférieure à 5 mètres, et essentiellement de jour, alors que l'aire de balayage des pales des éoliennes projetées sera comprise entre 20 et 185 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Cependant, les incertitudes liées au comportement en vol de ces espèces lors de leurs mouvements nocturnes et leur potentielle attraction par les éclairages du parc éolien, combinées à leur importante vulnérabilité en France, ont justifié de qualifier de

« moyen » l'impact de « l'effet collision ». Quant à « l'effet barrière » susceptible de modifier les trajectoires de vol des oiseaux, et donc d'entraîner un surcoût énergétique, il ne sera pas négligeable du fait de l'orientation nord-est / sud-ouest du parc alors que les puffins font de nombreux allers-retours est-ouest au cours de la période reproduction, mais sera néanmoins limité par le faible nombre d'éoliennes installées. Ainsi, il ne résulte pas de l'instruction que ces évaluations seraient insuffisantes, y compris en intégrant les incertitudes liées aux risques engendrés par le caractère attractif de « l'effet récif » provoqué par la présence de structures immergées et par le fait que ces dernières pourront jouer le rôle de dispositif de concentration des poissons.

26. En ce qui concerne l'océanite tempête, espèce protégée en danger critique de disparition en France, l'impact du projet est qualifié de « faible » en raison de l'incertitude s'attachant à l'intérêt de la zone du projet pour cette espèce, dont seulement quelques individus ont été observés pendant les campagnes de terrain. Il ressort également des documents versés au dossier que cette espèce présente une sensibilité faible au risque de collision du fait de ses faibles hauteurs de vol, essentiellement au ras de l'eau. Elle présente une sensibilité moyenne à « l'effet barrière » et au dérangement, dont l'intensité est cependant limitée par la superficie réduite du projet, alors que le rayon de nourrissage de l'espèce peut être supérieur à 65 kilomètres. Dans ces conditions, nonobstant la forte patrimonialité de l'espèce et sa faible taille à l'échelle de la France méditerranéenne – probablement inférieure à 50 couples nicheurs –, il ne résulte pas de l'instruction que l'impact du projet aurait dû être qualifié de « moyen » pour cette espèce.

27. En ce qui concerne les sternes caugek et pierregarin, espèces protégées vulnérables ou en danger dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, l'étude d'impact conclut à un impact « faible à moyen » s'agissant du risque de collision et à un impact faible s'agissant des autres effets. Il résulte de l'instruction que ces deux espèces fréquentent la zone d'implantation du projet, en particulier en période de migration, et que la première présente un risque moyen de collision lié à sa hauteur de vol pouvant excéder 20 mètres au-dessus de la mer. Par ailleurs, il est vrai que l'étude d'impact relève une incertitude sur le risque de collision, qui pourrait être accru du fait de la forte attractivité des sternes pour les supports flottants, et donc potentiellement pour la partie émergée des flotteurs des éoliennes. Néanmoins, il résulte de l'instruction que les sternes de la région chassent la plupart du temps plutôt en face de l'Hérault et dans les zones côtières à l'embouchure du Rhône, de sorte que le niveau « moyen » d'impact du projet, eu égard au faible nombre d'éoliennes qu'il comporte, n'apparaît pas insuffisant.

28. En ce qui concerne les autres oiseaux marins, notamment le fou de Bassan, leur niveau d'impact par le projet évalué par l'étude d'impact n'apparaît pas insuffisant.

29. Enfin, en ce qui concerne les migrateurs terrestres, l'impact du projet est qualifié de « moyen » s'agissant du risque de collision et de « faible » s'agissant de « l'effet barrière ». À cet égard, il résulte de l'instruction que les migrateurs terrestres nocturnes sont très sensibles aux éclairages et que des cas de collision et de mortalité massifs de nuit sont documentés sur des phares et des parcs éoliens en mer, principalement par des passereaux. Les migrateurs terrestres diurnes sont, pour leur part, susceptibles de percuter les éoliennes lorsqu'elles sont utilisées pour reposer en fin de trajet migratoire ou en cas de dégradation rapide des conditions météorologiques. Il est également vrai, comme il a été dit, que 8 000 à 12 000 oiseaux par kilomètre de front s'engagent quotidiennement en mer, essentiellement de nuit, entre la fin août et la fin octobre, et que ce phénomène est sans doute exacerbé en Camargue. Pour autant, compte-tenu, d'une part, de la faible emprise du projet composé de trois éoliennes implantées, selon une orientation relativement parallèle aux mouvements migratoires nord-sud, sur un linéaire nord-sud de 3 km et une largeur est-ouest inférieure à 1 km, d'autre part, de l'emprise de

154 mètres de diamètre par rotor et, enfin, de l'importance de la répartition spatiale de la migration nocturne à l'échelle de la Méditerranée et en altitude, les niveaux d'impact précités retenus par l'étude d'impact pour ces oiseaux migrateurs terrestres n'apparaissent pas insuffisants.

S'agissant du caractère suffisant de l'analyse des effets cumulés du projet :

30. Le chapitre 4 de l'étude d'impact, relatif à l'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus, procède à une analyse suffisante de ces effets. Si l'association requérante soutient que cette étude d'impact indique, de façon erronée, qu'il n'est pas attendu d'effets cumulés avec les autres parcs éoliens flottants compte tenu de la distance importante séparant le parc éolien litigieux des deux autres projets éoliens flottants pilotes situés au large de Leucate-Le Barcarès et de Gruissan et de leurs effets essentiellement locaux, il ne résulte pas de l'instruction, au regard notamment des mentions figurant en page 10 du chapitre 4, qu'à la date du dépôt de l'étude d'impact, ces projets avaient fait l'objet d'une évaluation environnementale et d'un avis de l'autorité environnementale rendu public ou d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique. Une analyse des effets cumulés du parc litigieux avec ces autres projets de parcs éoliens flottants n'était donc pas requise en application des dispositions de l'article R. 122-5 du code de l'environnement.

S'agissant du caractère suffisant de l'analyse des solutions de substitution :

31. Il résulte de l'instruction, notamment de la partie 2.1 du chapitre 5 de l'étude d'impact relatif à l'esquisse des solutions de substitution, que le choix de la localisation du parc pilote litigieux est issu d'un processus d'études et de concertations menées entre 2009 et 2013 avec l'ensemble des services de l'État et des acteurs concernés par le projet, dont les gestionnaires d'espaces naturels et les associations de protection de l'environnement, complété par une phase de consultation du public organisée sous l'égide de la commission nationale du débat public. La zone de Fos-sur-Mer a été identifiée par l'État, dès 2009, comme une zone de moindre impact au plan environnemental et en termes d'usages pour le développement de l'éolien en mer en France. Entre 2010 et 2013, plusieurs localisations préliminaires ont été identifiées. En 2015, le ministre chargé de l'écologie a arrêté la zone dite de « Faraman » au large des Bouches-du-Rhône, d'une superficie de 70 kilomètres carrés, comme une zone propice au déploiement de fermes éoliennes pilotes, délimitée à l'est par le trafic d'accès au grand port maritime de Marseille, au nord par les enjeux liés à l'avifaune, au sud et au sud-ouest par des enjeux environnementaux d'habitats profonds riches et liés aux grands mammifères. Le choix final du site d'implantation du projet de la société PGL, sur une emprise de 0,78 kilomètre carré, s'est notamment fondé sur la qualité du gisement éolien, l'existence de capacités d'accueil sur le réseau électrique local, les exigences de sécurité liées au trafic d'accès au grand port maritime de Marseille, la minimisation de la gêne causée aux activités de chalutage – justifiant un alignement le long de la ligne bathymétrique des 100 mètres – et la volonté de l'État d'implanter le parc au sein des eaux territoriales françaises, limitant les possibilités de localisation plus au sud. La dimension environnementale a également été prise en compte, justifiant, afin de limiter les enjeux liés à l'avifaune, d'implanter le projet le plus au sud de la zone de protection spéciale « Camargue », dont la limite méridionale coïncide avec la limite des eaux territoriales françaises. Dans ces conditions, l'étude d'impact comporte des éléments suffisants sur le choix de la zone d'implantation du projet.

S'agissant du caractère suffisant des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées par le pétitionnaire :

32. En premier lieu, le projet litigieux sera implanté au sein de la zone de protection spéciale « Camargue », qui présente un intérêt majeur pour la conservation des oiseaux en France, et présente donc des risques d'atteintes à l'environnement et à la biodiversité. Comme il vient d'être dit, la localisation globale de la zone d'implantation du projet de la société PGL a été déterminée par l'État à la suite d'un large processus de concertation des acteurs concernés, au cours duquel les enjeux environnementaux et notamment ceux liés à la biodiversité ont été pris en compte. Il résulte de l'instruction que la localisation du projet à l'extrémité méridionale de la zone de protection spéciale « Camargue », ainsi que la disposition des éoliennes selon un axe parallèle aux directions privilégiées des migrations à l'approche de la zone d'implantation du projet, constituent des mesures adéquates de réduction des effets sur l'avifaune. Il en va de même des mesures tendant à utiliser des moyens maritimes plutôt qu'aériens pour la maintenance du parc ainsi que de celles visant à minimiser l'éclairage, autant que le permet la réglementation relative au balisage des obstacles à la navigation aérienne. À cet égard, la société PGL prévoit de supprimer tous les éclairages continus non obligatoires susceptibles d'attirer les oiseaux et d'étudier la possibilité de mettre en place des feux à éclats et de réduire l'intensité lumineuse des feux lorsque cela sera possible.

33. En deuxième lieu, comme il a été dit au point 19 du présent arrêt, la dégradation des anodes sacrificielles ne produira pas de pollution significative, de sorte que les mesures d'évitement n^{os} 4 et 5 prévues au chapitre 7 de l'étude d'impact n'avaient pas à inclure des mesures spécifiques d'évitement des atteintes environnementales liées à ces anodes.

34. En troisième lieu, s'il est vrai que des incertitudes existent sur la quantification de certains impacts du projet en raison de l'état des connaissances scientifiques et de l'absence de retour d'expérience sur l'éolien flottant en Méditerranée – que le projet litigieux vise précisément à fournir –, il ne résulte pas de l'instruction que des mesures de compensation des atteintes à l'environnement auraient dues être prévues par la société PGL au regard des impacts envisagés, notamment sur l'avifaune.

35. En dernier lieu, contrairement à ce que soutient l'association NACICCA, le chapitre 7 de l'étude d'impact comporte en page 50 des mesures suffisantes de suivi de l'avifaune, à savoir la réalisation d'un suivi par bateau (12 sorties par an pendant 6 ans) reprenant la méthode d'échantillonnage utilisée pour évaluer l'état initial – dont il a été dit qu'elle était suffisante –, la réalisation pendant les deux premières années d'exploitation du parc de sessions d'observations au niveau des structures et un suivi par caméra lors de la première année d'exploitation.

36. Dès lors, l'association NACICCA n'est pas fondée à soutenir que les mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées par la société PGL dans son étude d'impact méconnaissent les dispositions de l'article L. 110-1 du code de l'environnement.

37. Il résulte des points 10 à 35 du présent arrêt que l'étude d'impact du projet est proportionnée à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux et ouvrages projetés ainsi qu'à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine. Par ailleurs, les quelques insuffisances de cette étude précédemment évoquées n'ont pu avoir pour effet de nuire à l'information complète de la population ni n'ont été de nature à exercer une influence sur la décision de l'autorité administrative. Partant, elles ne sont pas susceptibles d'avoir vicié la procédure et donc d'entraîner l'illégalité de la décision prise au vu de cette étude. Dès lors, le moyen tiré de la méconnaissance de l'article R. 122-5 du code de l'environnement doit être écarté.

En ce qui concerne le vice de procédure tiré de l'absence de consultation de la commission locale de l'eau :

38. Aux termes de l'article R. 214-10 du code de l'environnement, dans sa version alors en vigueur : « *Le dossier est également communiqué pour avis : / 1° À la commission locale de l'eau, si l'opération pour laquelle l'autorisation est sollicitée est située dans le périmètre d'un schéma d'aménagement et de gestion des eaux approuvé ou a des effets dans un tel périmètre ; (...)* ».

39. En l'espèce, il résulte de l'instruction que le parc projeté n'est situé dans le périmètre d'aucun schéma d'aménagement et de gestion des eaux. Par suite, l'association NACICCA ne peut utilement soutenir que la commission locale de l'eau aurait dû être consultée pour avis sur le projet litigieux.

En ce qui concerne les moyens tirés de l'irrégularité de l'enquête publique :

40. En premier lieu, aux termes de l'article R. 214-8 du code de l'environnement, dans sa version applicable au litige : « *L'opération pour laquelle l'autorisation est sollicitée est soumise à enquête publique dès que le dossier est complet et régulier. / (...) L'enquête publique est réalisée dans les conditions prévues par les articles R. 123-1 à R. 123-27. / L'arrêté pris en application de l'article R. 123-9 désigne les communes où un dossier et un registre d'enquête doivent être tenus à la disposition du public ; cet arrêté est en outre publié par voie d'affiches dans les communes sur le territoire desquelles l'opération est projetée ainsi que les autres communes où l'opération paraît de nature à faire sentir ses effets de façon notable sur la vie aquatique, notamment des espèces migratrices, ou sur la qualité, le régime, le niveau ou le mode d'écoulement des eaux. / (...)* » Aux termes de l'article R. 123-9 du même code, dans sa version applicable au litige : « *L'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête précise par arrêté, quinze jours au moins avant l'ouverture de l'enquête et après concertation avec le commissaire enquêteur ou le président de la commission d'enquête : / (...) 4° Les lieux, ainsi que les jours et heures où le public pourra consulter le dossier d'enquête et présenter ses observations sur le registre ouvert à cet effet ; en cas de pluralité de lieux d'enquête, l'arrêté désigne parmi eux le siège de l'enquête, où toute correspondance relative à l'enquête peut être adressée au commissaire enquêteur ou à la commission d'enquête ; / 5° Les lieux, jours et heures où le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête, représentée par un ou plusieurs de ses membres, se tiendra à la disposition du public pour recevoir ses observations ; / (...) / 12° Le cas échéant, l'adresse du site internet sur lequel des informations relatives à l'enquête pourront être consultées, ou les moyens offerts au public de communiquer ses observations par voie électronique.* » Aux termes de l'article R. 123-6 du même code, dans sa version applicable au litige : « *La durée de l'enquête publique est fixée par l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête. Cette durée ne peut être inférieure à trente jours et ne peut excéder deux mois, sauf le cas où les dispositions des articles R. 123-22 ou R. 123-23 sont mises en œuvre. / Toutefois, par décision motivée, le commissaire enquêteur ou le président de la commission d'enquête peut, après information de l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête, prolonger celle-ci pour une durée maximale de trente jours, notamment lorsqu'il décide d'organiser une réunion d'information et d'échange avec le public durant cette période de prolongation de l'enquête. / Sa décision doit être notifiée à l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête au plus tard huit jours avant la fin de l'enquête. Elle est portée à la connaissance du public, au plus tard à la date prévue initialement pour la fin de l'enquête, par un affichage réalisé dans les conditions de lieu prévues au II de l'article R. 123-11 ainsi que, le cas échéant, par tout autre moyen approprié.* »

41. Il résulte de l'instruction que, par un arrêté du 2 août 2018, le préfet des Bouches-du-Rhône a prescrit l'ouverture de l'enquête publique, préalable à l'autorisation accordée à la société PGL, du 17 septembre au 19 octobre 2018 en mairies de Port-Saint-Louis-du-Rhône, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc et Martigues. Par un arrêté du 4 octobre 2018, le préfet des Bouches-du-Rhône a prolongé cette enquête jusqu'au 29 octobre 2018 inclus. Il est constant que la mairie d'Arles, dont le territoire se situe dans le prolongement de l'emprise du parc éolien litigieux, n'a pas été désignée comme siège de l'enquête publique et qu'aucun dossier d'enquête publique ni registre d'enquête n'y a été mis à disposition du public. Pour autant, il résulte de l'instruction que l'arrêté du 2 août 2018 du préfet des Bouches-du-Rhône a été publié par voie d'affiches en mairie d'Arles et dans ses mairies annexes, de même que l'arrêté du même préfet du 4 octobre 2018, et que ces arrêtés comportaient des indications sur les possibilités de consulter le dossier d'enquête publique sur le site internet de la préfecture des Bouches-du-Rhône ainsi que l'adresse électronique à laquelle les observations et propositions du public pouvaient être transmises au président de la commission d'enquête. La quasi-totalité des contributions a d'ailleurs été transmise par la voie électronique. Par conséquent, l'association NACCICA n'est pas fondée à soutenir que l'enquête publique a été réalisée en méconnaissance des dispositions des articles R. 214-8, R. 123-9 et R. 123-6 du code de l'environnement.

42. En second lieu, aux termes de l'article R. 123-19 du code de l'environnement, dans sa version applicable au litige : « *Le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête établit un rapport qui relate le déroulement de l'enquête et examine les observations recueillies. / Le rapport comporte le rappel de l'objet du projet, plan ou programme, la liste de l'ensemble des pièces figurant dans le dossier d'enquête, une synthèse des observations du public, une analyse des propositions et contre-propositions produites durant l'enquête et, le cas échéant, les observations du responsable du projet, plan ou programme en réponse aux observations du public. / (...)* »

43. Si l'association NACCICA soutient que de « nombreuses observations déposées par le public (notamment les associations de protection de l'environnement, dont la requérante) » auraient été « éludées par la commission d'enquête », ce moyen n'est pas assorti de précisions suffisantes pour en apprécier le bien-fondé.

44. Il résulte de ce qui précède que l'association NACCICA n'est pas fondée à soutenir que l'enquête publique aurait été organisée dans des conditions irrégulières.

En ce qui concerne le caractère suffisant de l'évaluation des incidences Natura 2000 et le moyen tiré de la méconnaissance de l'article L. 414-4 du code de l'environnement :

45. Aux termes de l'article L. 414-4 du code de l'environnement : « *I. – Lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés, doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site, dénommée ci-après "Évaluation des incidences Natura 2000" : / (...) 2° Les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ; / (...) VI. – L'autorité chargée d'autoriser, d'approuver ou de recevoir la déclaration s'oppose à tout (...) projet (...) si l'évaluation des incidences requise en application des III, IV et IV bis n'a pas été réalisée, si elle se révèle insuffisante ou si il en résulte que leur réalisation porterait atteinte aux objectifs de conservation d'un site Natura 2000. / (...) VII. – Lorsqu'une évaluation conclut à une atteinte aux objectifs de conservation d'un site Natura 2000 et en l'absence de solutions alternatives, l'autorité compétente peut donner son accord pour des raisons impératives d'intérêt public majeur. Dans ce cas, elle s'assure que des mesures compensatoires sont prises pour maintenir la cohérence globale du réseau*

Natura 2000. Ces mesures compensatoires sont à la charge (...) du bénéficiaire du (...) projet d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, (...). La Commission européenne en est tenue informée. / VIII. – Lorsque le site abrite un type d'habitat naturel ou une espèce prioritaires qui figurent, au titre de la protection renforcée dont ils bénéficient, sur des listes arrêtées dans des conditions fixées par décret en Conseil d'État, l'accord mentionné au VII ne peut être donné que pour des motifs liés à la santé ou à la sécurité publique ou tirés des avantages importants procurés à l'environnement ou, après avis de la Commission européenne, pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur. »

46. Ces dispositions transposent en droit français celles de l'article 6 de la directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et la flore sauvage (directive « Habitats ») et de son article 7, qui en étend l'application aux sites désignés par l'article 4 de la directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages, remplacée par la directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil, du 30 novembre 2009, concernant la conservation des oiseaux sauvages (directive « Oiseaux »).

47. Il résulte des dispositions de l'article L. 414-4 du code de l'environnement, éclairées par l'interprétation donnée par la Cour de justice de l'Union européenne aux dispositions de la directive européenne qu'elles transposent, que l'autorisation d'un projet entrant dans leur champ d'application ne peut être accordée qu'à la condition que les autorités compétentes, une fois identifiés tous les aspects dudit projet pouvant, par eux-mêmes ou en combinaison avec d'autres plans ou projets, affecter les objectifs de conservation du site Natura 2000 concerné, et compte tenu des meilleures connaissances scientifiques en la matière, aient acquis la certitude qu'il est dépourvu d'effets préjudiciables sur les objectifs de conservation du site. Il en est ainsi lorsqu'il ne subsiste aucun doute raisonnable d'un point de vue scientifique quant à l'absence de tels effets.

48. Aux termes de l'article R. 414-23 du code de l'environnement : « *Le dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 est établi, (...) s'il s'agit (...) d'un projet (...), par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire (...). / Cette évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence. / (...) II. – Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, le dossier comprend également une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que (...) le projet (...) peut avoir, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres documents de planification, ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites. / III. – S'il résulte de l'analyse mentionnée au II que le (...) projet (...) peut avoir des effets significatifs dommageables, pendant ou après sa réalisation (...), sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier comprend un exposé des mesures qui seront prises pour supprimer ou réduire ces effets dommageables. / IV. – Lorsque, malgré les mesures prévues au III, des effets significatifs dommageables subsistent sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier d'évaluation expose, en outre : / 1° La description des solutions alternatives envisageables, les raisons pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution que celle retenue et les éléments qui permettent de justifier (...) la réalisation (...) du projet (...), dans les conditions prévues aux VII et VIII de l'article L. 414-4 ; / 2° La description des mesures envisagées pour compenser les effets dommageables que les mesures prévues au III ci-dessus ne peuvent supprimer. Les mesures compensatoires permettent une*

compensation efficace et proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés et du maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000. (...) ; / 3° L'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires (...). »

49. En l'espèce, le pétitionnaire a fait réaliser une évaluation des incidences du projet au titre de l'article L. 414-4 du code de l'environnement, qui a été remise en mai 2017 par le bureau d'étude Biotope. Cette évaluation conclut que le projet est susceptible d'avoir une incidence sur douze espèces fréquentant le site d'implantation du futur parc, dont neuf espèces d'intérêt communautaire (le flamant rose, la mouette mélanocéphale, la mouette pygmée, l'océanite tempête, le puffin de Scopoli, le puffin des Baléares, le puffin yelkouan, la sterne caugek et la sterne pierregarin) et trois espèces qui ne sont pas d'intérêt communautaire (le fou de Bassan, le goéland leucopée et le pingouin torda). Dans son avis du 16 mai 2018 sur le projet litigieux, l'autorité environnementale a néanmoins recommandé de reprendre l'évaluation des incidences Natura 2000 en tenant compte des derniers résultats scientifiques disponibles, après avoir notamment estimé que « la conclusion concernant le parc éolien en mer est basée sur des éléments de connaissance partiels. Ainsi, (...) des études conduites par le Centre d'écologie fonctionnelle et évolutif (Cefe) tendent à démontrer des niveaux de risque de perturbation pour l'avifaune plus importants que ceux identifiés dans l'évaluation des incidences Natura 2000, notamment sur les puffins ». À la suite de cette recommandation, une expertise complémentaire a été réalisée en septembre 2018 par le bureau d'étude Natural Power. Ce dernier, qui indique n'avoir pas pu obtenir les études conduites par le Centre d'écologie fonctionnelle et évolutif, a étudié l'incidence du projet sur trente-cinq espèces d'oiseaux fréquentant le site d'implantation qui ont justifié la désignation des zones de protection spéciale concernées, et procédé à des analyses supplémentaires.

S'agissant des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés de manière significative par le projet litigieux :

50. Le projet de parc éolien pilote est inclus dans le périmètre de la zone de protection spéciale « Camargue » (ZPS FR9310019). Il est en outre implanté à proximité de la zone spéciale de conservation « Camargue » (ZSC FR9301592), de la zone spéciale de conservation « Côte Bleue Marine » (ZSC FR9301999), de la zone de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » (ZPS FR9312007), de la zone de protection spéciale « Marais entre Crau et Grand Rhône » (ZPS FR9312001) et, enfin, à 140 km de la zone de protection spéciale « Iles d'Hyères » (ZPS FR93100204), dont certaines espèces peuvent fréquenter la zone d'implantation du projet.

51. La zone de protection spéciale « Camargue » (ZPS FR9310019), site intégré au réseau Natura 2000 par un arrêté ministériel du 3 octobre 2003, correspond au delta de la Camargue, incluant une partie terrestre et une partie marine. Le delta de la Camargue constitue une zone humide d'importance internationale pour la reproduction, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux, en raison de l'originalité de certains milieux naturels (lagune, marais, roselières, dunes, etc.), de leur grande étendue spatiale et de la position géographique du delta sur la côte méditerranéenne, au carrefour d'axes migratoires. Près de 370 espèces d'oiseaux, dont 80 d'intérêt communautaire, fréquentent la zone de protection spéciale « Camargue ». Sa partie marine, qui couvre 141 793 hectares, soit 64 % de la superficie de la zone, constitue une zone de forte productivité biologique, utilisée comme aire d'alimentation, de stationnement et de repos par diverses espèces d'oiseaux marins ou littoraux. Elle constitue en particulier une zone d'alimentation importante pour le puffin de Scopoli (ou puffin cendré, *Calonectris diomedea*) et le puffin yelkouan (*Puffinus yelkouan*), qui fréquentent principalement

la zone au large mais peuvent également se rapprocher des côtes par fort vent marin. Le volet maritime du document d'objectifs (DOCOB) de la zone de protection spéciale « Camargue », en cours de validation et donc dépourvu de valeur réglementaire, présente pour objectif relatif à l'avifaune, de façon cohérente avec les objectifs généraux du réseau Natura 2000, de « maintenir un bon état de conservation des populations d'oiseaux côtiers et marins d'intérêt communautaire : / - Assurer les conditions environnementales favorables à la reproduction des espèces nicheuses sur le site ou à proximité ; / - Assurer les conditions environnementales favorables aux espèces migratrices et hivernantes. » L'état de conservation des puffins yelkouan et des puffins de Scopoli au sein de cette zone de protection spéciale est qualifié respectivement d'« excellent » et de « bon » selon les dernières données publiques disponibles.

52. La zone de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » (FR9312007), site intégré au réseau Natura 2000 par un arrêté ministériel du 30 octobre 2008, est un vaste site marin au droit des calanques qui ceinture un ensemble d'îles et d'îlots calcaires situés dans la rade de Marseille, caractérisé par la singularité et l'abondance d'une flore et d'une faune rares et protégées. Il s'agit, selon le formulaire standard de données du site versé au dossier, d'un site d'importance internationale pour la conservation de trois espèces de Procellariiformes : le puffin de Scopoli (320 à 390 couples, soit 30 % de la population nationale), le puffin yelkouan (30 à 50 couples, soit 5 à 10 % de la population nationale) et l'Océanite tempête (0 à 10 couples, en fort déclin). La conservation de ces espèces au sein de la zone de protection est qualifiée de « bonne » pour les deux espèces de puffins. La zone marine plus au large, utilisée comme zone d'alimentation, complète de manière essentielle les fonctions de reproduction assurées par les îles. Dès lors que la zone de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » ne dispose pas encore de document d'objectifs, ses objectifs majeurs, correspondant à ceux du réseau Natura 2000, incluent celui de maintenir les espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable.

53. La zone de protection spéciale « Iles d'Hyères » (FR93100204), site intégré au réseau Natura 2000 par un arrêté ministériel du 30 octobre 2002, est un vaste site marin ceinturant les îles d'Hyères, constitué de trois îles principales (Port-Cros, Porquerolles et le Levant) et de divers îlots. Selon le formulaire standard de données du site versé au dossier, le principal enjeu ornithologique de cette zone concerne l'importante population de puffins yelkouan qui s'y reproduit (360 à 450 couples, soit 90 % des effectifs nationaux). 25 % de la population française de puffin de Scopoli s'y reproduit également. La zone marine plus au large, utilisée comme zone d'alimentation, complète de manière essentielle les fonctions de reproduction assurées par les îles. Le document d'objectifs (DOCOB) de la zone de protection spéciale fixe notamment comme objectif de conservation « majeur » la « conservation du puffin yelkouan et du puffin cendré », c'est-à-dire du puffin de Scopoli. L'état de conservation de ces espèces est qualifié respectivement d'« excellent » et de « bon » selon le formulaire standard de données versé au dossier.

S'agissant des atteintes alléguées aux objectifs de conservation de ces sites Natura 2000 :

54. En premier lieu, il résulte de l'instruction que le puffin yelkouan, espèce endémique de la Méditerranée qui figure sur la liste de l'annexe I de la directive « Oiseaux », est classé comme une espèce « en danger (risque très élevé de disparition en France) » par la « Liste Rouge France des oiseaux nicheurs ». Les effectifs du puffin yelkouan à l'échelle de la France sont estimés entre 627 et 1 044 couples nicheurs. Sur les côtes françaises, l'espèce reste côtière (75 % des individus ayant été observés à moins de 25 kilomètres des côtes), préfère les fonds inférieurs à 200 mètres et se concentre autour des colonies des îles Marseillaises et d'Hyères et

de la frange côtière du Golfe du Lion. Ses zones d'alimentation sont situées en périphéries des parcs nationaux de Port-Cros et des Calanques, ainsi que dans la zone côtière au large de Fos-sur-Mer et de la Camargue jusqu'au cap d'Agde. Si la plus grosse colonie en termes d'effectif est localisée au sein de la zone de protection spéciale « Iles d'Hyères », avec jusqu'à 450 couples recensés, suivie de la colonie de la zone de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » (jusqu'à 55 couples recensés), des concentrations de près de 2 000 individus ont été observées dans la zone de protection spéciale « Camargue », qui constitue également une zone de reproduction de l'espèce. Le puffin de Scopoli, qui figure également sur la liste de l'annexe I de la directive « Oiseaux », est classé comme une espèce « vulnérable (risque élevé de disparition en France) » par la « Liste Rouge France des oiseaux nicheurs ». Ses effectifs à l'échelle de la France sont estimés entre 820 et 1 063 couples nicheurs. Ses zones de reproduction incluent notamment les colonies des zones de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères », avec respectivement jusqu'à 360 et 255 couples recensés. La zone de protection spéciale « Camargue » constitue enfin une zone d'alimentation importante pour le puffin yelkouan, qui y est présent toute l'année en alimentation, repos ou transit, et pour le puffin de Scopoli, qui y est présent plusieurs mois par an en halte migratoire.

55. Selon le chapitre 2 de l'étude d'impact du projet, relatif à l'état initial, le puffin yelkouan est la deuxième espèce d'oiseaux qui a été la plus observée à proximité immédiate du site d'implantation du projet lors des campagnes de suivi de l'avifaune, avec respectivement 2 373 et 1 636 individus dénombrés toutes observations cumulées par bateau et par avion, équivalent à 27,85 % de l'ensemble des effectifs d'oiseaux observés par bateau et à 12,56 % de ceux observés par avion. Le puffin de Scopoli y a été observé plus rarement, avec respectivement 114 et 68 individus dénombrés toutes observations cumulées par bateau et par avion.

56. L'état de conservation des puffins yelkouan et des puffins de Scopoli au sein des zones de protection spéciale « Camargue », « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères » est, ainsi qu'il a été indiqué aux points 51 à 53 du présent arrêt, qualifié d'« excellent » ou de « bon » selon les zones et les espèces. Pour autant, il résulte également de l'instruction, notamment de deux notes techniques de l'Agence française pour la biodiversité de juin 2018 et août 2019, de l'avis du 24 avril 2018 du conseil scientifique et d'éthique du parc et de la réserve de biosphère de Camargue et d'une « étude de la dynamique des populations de puffins de Scopoli et yelkouan du Parc National des Calanques et du Parc National de Port-Cros » élaborée en mai 2018 par le Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) de Montpellier, que les populations de puffins du golfe du Lion sont jugées vulnérables car déjà soumises à d'importantes pressions, en particulier par captures accidentelles dans les engins de pêche. Selon l'étude du CEFE, les modèles de dynamique de population indiquent un déclin généralisé des populations de puffins de Scopoli et yelkouan, de l'ordre de moins 3,1 % à moins 13,1 % par an, au sein des parcs nationaux des Calanques et de Port-Cros, dont le cœur marin coïncide partiellement avec les zones de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères ». Cette étude ajoute que les survies adultes de ces espèces dans les parcs en cause ne permettent pas d'assurer la pérennité des populations. À cet égard, il résulte de l'instruction que le paramètre biologique clé de la dynamique de ces populations de puffins est la survie adulte, s'agissant d'espèces longévives dont la survie est bien plus sensible aux variations de mortalité au stade adulte qu'aux variations de fécondité (un jeune produit par an pour les puffins). Une surmortalité de 1 % des individus de ces espèces, provoquée par des causes non naturelles, a ainsi les mêmes conséquences qu'une nette diminution du succès reproducteur (à savoir une baisse de 8 à 10 % pour le puffin de Scopoli et de 18 à 21 % pour le puffin yelkouan). Dès lors, l'enjeu prioritaire pour la bonne conservation de ces espèces est de protéger les adultes reproducteurs de toute mortalité additionnelle à la mortalité naturelle, évaluée à environ 10 % par an. Or, selon les études et avis cités précédemment, l'augmentation

de la mortalité adulte des puffins en lien avec les activités anthropiques pourrait rapidement nuire au maintien local des populations de puffins, du fait notamment des prises accidentelles dans les engins de pêches et des risques présentés par l'exploitation d'éoliennes en mer. À cet égard, la société pétitionnaire et le ministre de la transition écologique et solidaire ne contestent pas sérieusement la pertinence du chiffre de surmortalité non naturelle de deux individus par an, obtenu en associant à la mortalité naturelle de 10 % un taux de surmortalité de 1 % de la population de puffins des trois zones de protection spéciales mentionnées plus haut, avancé par l'association requérante pour définir celui présentant un risque avéré pour la bonne conservation de ces puffins dans ces zones, ainsi que le chiffre de surmortalité non naturelle admissible de seulement un individu par an.

57. Il ressort des différentes évaluations réalisées pour le pétitionnaire que l'incidence du projet litigieux sera, pour les puffins yelkouan et de Scopoli, « faible à modéré » en ce qui concerne « l'effet de dérangement et de perte d'habitat associée » et « l'effet barrière et de modification des trajectoires ». Ces niveaux d'incidence sont corroborés par les pièces du dossier, compte-tenu notamment de la faible superficie du parc éolien en cause par rapport à l'étendue très vaste de prospection alimentaire de l'espèce.

58. Les évaluations réalisées pour la société pétitionnaire qualifient également de « faible à modéré » le risque de collision entre le puffin yelkouan ou de Scopoli et les éoliennes du projet litigieux, dont l'aire de balayage des pales sera comprise entre 20 et 185 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Cette conclusion se fonde notamment sur le fait que l'espèce est connue pour voler essentiellement au ras de l'eau (94 % et 80 % des données concernant respectivement des puffins yelkouan et de Scopoli en vol à moins de 2 mètres d'altitude) et qu'aucun individu n'a été observé comme volant à une hauteur supérieure à 5 mètres de l'eau lors des campagnes d'observations menées dans le cadre de l'élaboration de l'état initial. Pour autant, il ressort également des évaluations réalisées pour le pétitionnaire que le puffin yelkouan et le puffin de Scopoli peuvent prendre de l'altitude par vent fort ou en cas d'activité de pêche. En outre, les études utilisées se basent sur le comportement observé des oiseaux lors de suivis visuels effectués de jour et essentiellement en conditions météorologiques favorables, tandis que la bibliographie donne peu de retour d'expérience sur l'effet des parcs éoliens sur les puffins. En particulier, le comportement nocturne des puffins est peu connu, si ce n'est que l'espèce peut se déplacer de nuit, comme le montre notamment la présence d'individus à l'arrière des chalutiers ou des bateaux de pêche en activité nocturne, et que leurs mouvements nocturnes sont nettement plus faibles que leurs mouvements diurnes (les puffins yelkouan étant 80 % du temps posés sur l'eau de nuit contre 32 % de jour). Ces documents ajoutent que « l'un des facteurs pouvant modifier le comportement des oiseaux en mer et augmenter le risque de collision est l'attractivité potentielle par les éclairages du parc éolien. Cette attractivité est connue et très documentée sur terre pour les procellariidés (...). Lorsqu'ils sont attirés par une source lumineuse, leur agilité et leur perception de l'environnement sont très altérées, allant jusqu'à des collisions contre les sources lumineuses ou les structures proches, ou des échouages au sol (...). La présence des feux d'obstacles à éclats basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) positionnés sur les mats à 45 m au-dessus du niveau moyen de la mer et éclairant sur 360° pourrait modifier le comportement des puffins (...) et les attirer vers les éoliennes. » À cet égard, si la société PGL prévoit, à titre de mesure de réduction des effets sur l'avifaune, de minimiser les sources lumineuses aux stricts besoins permettant d'assurer les contraintes de sécurité des personnels et les contraintes réglementaires liées à la sécurité aérienne et maritime, en supprimant « tous les éclairages continus non obligatoires (boat landing, bas du mat, porte, nacelle, etc.), qui attireraient les oiseaux à proximité des éoliennes » et en « étudiant la possibilité de mettre en place [un] niveau d'intensité lumineuse réduit et des feux à éclats lorsque cela sera possible », il demeure que les oiseaux pourraient être attirés par les sources lumineuses

subsistantes. Enfin, il ressort de la note technique précitée de l'Agence française pour la biodiversité d'août 2019 que les puffins yelkouan, qui effectuent des plongées de plusieurs dizaines de mètres et se nourrissent majoritairement de petits poissons pélagiques, pourraient être attirés par les éoliennes flottantes dont la partie immergée est susceptible de constituer un dispositif de concentration de poissons.

59. Au regard des incertitudes évoquées au point précédent, il subsiste un doute raisonnable d'un point de vue scientifique quant à la possibilité que le parc projeté, en cas de surmortalité annuelle de plusieurs individus provoquée par des collisions avec les éoliennes, ait des effets significatifs dommageables sur la bonne conservation des populations de puffins yelkouan présentes dans la zone du projet, c'est-à-dire dans la zone de protection spéciale « Camargue », ainsi que, compte-tenu des importants déplacements des individus au sein du golfe du Lion pour leur alimentation ou le nourrissage des jeunes en période de reproduction et pour leur transit ou leur repos en période de migration, dans les zones de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères ». La même conclusion s'impose, dans une moindre mesure en raison de leur présence plus limitée dans la zone du projet, pour la bonne conservation des populations de puffins de Scopoli dans les trois zones de protection spéciale mentionnées.

60. En deuxième lieu, la zone de protection spéciale « Camargue » est notamment justifiée par la présence de la sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis* ou *Sterna sandvicensis*), qui figure sur la liste de l'annexe I de la directive « Oiseaux ». Elle est classée comme espèce NT « quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées) » par la « Liste Rouge France des oiseaux nicheurs » et comme espèce EN « en danger (risque très élevé de disparition en France) » par la « Liste rouge de Provence-Alpes-Côte-d'Azur ». Les effectifs de la sterne caugek étaient en 2015 évalués entre 464 et 1 476 couples nicheurs à l'échelle de la France méditerranéenne, l'embouchure du Rhône étant une zone d'alimentation qui concentre une part importante des effectifs. La sterne caugek est présente toute l'année au sein de la zone de protection spéciale « Camargue », notamment pour sa reproduction (jusqu'à 482 couples y ont été observés) et pour son hivernage (jusqu'à 2 000 individus). Elle est présente de façon beaucoup plus marginale dans les zones de protection spéciale « Marais entre Crau et Grand Rhône », « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères » (avec 50 individus observés au maximum). L'aire d'alimentation en mer de l'espèce, en période de nidification et de reproduction, pouvant aller jusqu'à 54 kilomètres, couvre potentiellement la zone du projet, bien qu'aucune concentration particulière n'y ait été observée, ces oiseaux étant principalement présents en ces périodes à l'embouchure du Rhône ou près des côtes. En revanche, en période de migration, des concentrations importantes d'oiseaux peuvent être observés (jusqu'à 3 000 individus). Des effectifs non négligeables de sterne caugek ont ainsi été observés à proximité du site d'implantation du parc projeté lors des campagnes d'observation réalisée par bateau et par avion, à savoir respectivement 196 et 592 individus observés au total.

61. Il résulte par ailleurs de l'instruction que la sterne caugek est, elle aussi, une espèce longévive pour laquelle le taux de survie des adultes est le principal facteur explicatif de la dynamique des populations. À cet égard, la société pétitionnaire et le ministre de la transition écologique et solidaire ne contestent pas sérieusement la pertinence du seuil de surmortalité non naturelle de 1 % avancé par l'association requérante pour définir celui présentant un risque avéré pour la bonne conservation de la population de cette espèce présente dans la zone de protection spéciale « Camargue », à savoir le nombre non contesté de 1 330 couples environ, ce qui correspond, en tenant compte du taux non contesté de mortalité naturelle de 10 % environ, à une surmortalité admissible de seulement trois individus par an.

62. Il résulte de l'instruction que la sensibilité des sternes caugek à la collision avec les parcs éoliens en mer est généralement considérée comme moyenne, étant donné leur temps passé en vol et leur hauteur de vol, souvent entre 5 et 30 mètres d'altitude, pouvant néanmoins aller jusqu'à 50 mètres de haut. Les observations *in situ* dans la zone du projet ont relevé que près de 30 % des oiseaux observés à des hauteurs de vol supérieures à 20 mètres, c'est-à-dire à hauteur des pales des éoliennes, étaient des sternes caugek. Il est vrai que, selon des études citées dans l'expertise complémentaire relative aux sites Natura 2000, les capacités d'évitement des obstacles par les sternes sont élevées, avec en outre une forte capacité de micro-évitement à l'intérieur des parcs éoliens en fonctionnement, permettant d'estimer un taux d'évitement total de l'ordre de 99,91 %. Pour autant, l'étude d'incidence Natura 2000 réalisée pour le pétitionnaire indique notamment que « les cas de mortalité de la sterne caugek sont documentés sur des parcs côtiers » et que les concentrations de flux importants d'oiseaux lors des périodes de migration (en mars, avril, août et septembre) peuvent augmenter le risque de collision. En outre, cette étude indique que les parties émergées des supports flottants des éoliennes pourraient attirer l'espèce en tant que reposoirs et ainsi augmenter le risque de collision, comme le montrent plusieurs études et observations réalisées en mer, « qui montrent une attractivité forte des sternes pour les supports flottants », tout en relevant que « les surfaces disponibles sont toutefois limitées compte tenu de la forme du flotteur, et il est aussi possible qu'un phénomène d'aversion limite l'utilisation de ces supports par les sternes ». Cette étude relève aussi « qu'aucun retour d'expérience n'est disponible pour ce type d'éoliennes », raison pour laquelle elle préconise un suivi continu des structures afin de quantifier le risque d'impact et, en cas de risque significatif ou d'impact constaté, d'installer des systèmes diminuant fortement l'attractivité de la structure pour les oiseaux. Enfin, il résulte de l'instruction que les sternes caugek pourraient être attirées par les éoliennes flottantes dont la partie immergée est susceptible de constituer un dispositif de concentration de poissons (« effet récif »).

63. Dans ces conditions, il subsiste un doute raisonnable d'un point de vue scientifique quant à la possibilité que le parc projeté, en cas de surmortalité annuelle de plusieurs individus provoquée par des collisions avec les éoliennes, ait des effets significatifs dommageables sur la bonne conservation des populations de sterne caugek présentes dans la zone du projet, c'est-à-dire principalement dans la zone de protection spéciale « Camargue ».

64. En troisième lieu, et en revanche, il ne résulte pas de l'instruction qu'il existe un doute raisonnable d'un point de vue scientifique quant à la possibilité que le projet de parc éolien en cause ait des effets significatifs dommageables sur la bonne conservation des populations de chiroptères présentes dans la zone du projet.

65. Il résulte de ce qui a été dit aux points 51 à 63 du présent arrêt que, si l'évaluation des incidences requises au regard des objectifs de conservation des zones de protection spéciale « Camargue », « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères », qui fait état des incertitudes liées à certains éléments du projet et aux lacunes des connaissances scientifiques, peut être regardée comme suffisante quant à son contenu, elle aurait dû conclure que la réalisation du projet porterait atteinte aux objectifs de conservation de plusieurs sites Natura 2000. Il en résulte également que le préfet des Bouches-du-Rhône ne pouvait autoriser le projet litigieux, à titre dérogatoire, qu'après avoir vérifié qu'étaient remplies les conditions prévues par le VII de l'article L. 414-4 du code de l'environnement, sans que la société PGL puisse utilement se prévaloir du principe de proportionnalité pour s'exonérer de la nécessité d'obtenir une telle dérogation.

66. Par conséquent, l'arrêté attaqué méconnaît les dispositions de l'article L. 414-4 du code de l'environnement.

En ce qui concerne le moyen tiré de l'absence d'avis conforme des parcs nationaux des Calanques et de Port-Cros :

67. Aux termes du III de l'article L. 331-14 du code de l'environnement : *« Lorsqu'une activité est susceptible d'altérer de façon notable le milieu marin compris dans le cœur d'un parc national, l'autorisation à laquelle elle est soumise ne peut être délivrée que sur avis conforme de l'établissement public du parc national pris après consultation de son conseil scientifique. Cette procédure n'est pas applicable aux activités répondant aux besoins de la défense nationale, de l'ordre public, de la sécurité maritime et de la lutte contre la pollution. »*

68. D'une part, il résulte de ce qui a été dit aux points 54 à 63 du présent arrêt que le projet de parc éolien flottant est susceptible d'avoir des effets significatifs dommageables pour le bon état de conservation du puffin yelkouan et du puffin de Scopoli. D'autre part, comme il a été dit aux points 52 et 53 du présent arrêt, les zones de protection spéciale « Iles Marseillaises-Cassidaigne » et « Iles d'Hyères », dont les périmètres coïncident partiellement avec le cœur marin du parc national de Calanques et celui du parc national de Port-Cros, regroupent les principaux lieux de nidification des puffins yelkouan et de Scopoli en France. Enfin, il résulte de l'instruction que des populations importantes de ces deux espèces de puffins sont susceptibles de se déplacer pour leur alimentation ou en migration jusqu'à la zone d'implantation du projet, située respectivement à environ 50 et 120 kilomètres du parc national des Calanques et du parc national de Port-Cros. Par conséquent, l'activité du projet est susceptible d'altérer de façon notable le milieu marin compris dans le cœur de ces parcs nationaux, en tant qu'elle est susceptible d'avoir des effets significatifs dommageables pour le bon état de conservation du puffin yelkouan et du puffin de Scopoli. Il s'ensuit que l'autorisation du projet ne pouvait être délivrée que sur avis conforme de l'établissement public du parc national des Calanques et de celui de Port-Cros, pris après consultation de leur conseil scientifique. D'ailleurs, dans le cadre de l'instruction de la convention de concession d'occupation du domaine public maritime par la société PGL et la société RTE, le directeur du parc national des Calanques et celui du parc national de Port-Cros ont, par courriers datés respectivement du 20 et du 21 juillet 2017, attiré l'attention du directeur départemental des territoires et de la mer des Bouches-du-Rhône sur la nécessité, selon eux, d'être saisis pour avis sur le fondement des dispositions du III de l'article L. 331-14 du code de l'environnement. Cette demande a été renouvelée lors de l'avis émis sur la convention de concession le 15 septembre 2017 par le parc national des Calanques. Or ces établissements publics n'ont pas été sollicités pour avis conforme préalablement à l'édition de l'arrêté attaqué.

69. Si les actes administratifs doivent être pris selon les formes et conformément aux procédures prévues par les lois et règlements, un vice affectant le déroulement d'une procédure administrative préalable, suivie à titre obligatoire ou facultatif, n'est de nature à entacher d'illégalité la décision prise que s'il ressort des pièces du dossier qu'il a été susceptible d'exercer, en l'espèce, une influence sur le sens de la décision prise ou qu'il a privé les intéressés d'une garantie. L'application de ce principe n'est pas exclue en cas d'omission d'une procédure obligatoire, à condition qu'une telle omission n'ait pas pour effet d'affecter la compétence de l'auteur de l'acte.

70. L'absence de recueil de l'avis conforme du parc national des Calanques et du parc national de Port-Cros en application du III de l'article L. 331-14 du code de l'environnement a eu pour effet d'affecter la compétence de l'auteur de l'arrêté attaqué. Dès lors, il n'y a pas lieu de vérifier si cette absence a été susceptible d'exercer, en l'espèce, une influence sur le sens de la décision prise ou si elle a privé les intéressés d'une garantie. En tout état de cause, ni l'avis émis

le 15 septembre 2017 par le parc national des Calanques en application de l'article R. 2124-6 du code général des propriétés des personnes publiques sur la convention de concession d'occupation du domaine public maritime par la société PGL et la société RTE, ni aucun autre document versé au dossier ne permet de conclure que le parc national des Calanques et celui de Port-Cros auraient nécessairement donné un avis favorable au projet s'ils avaient été saisis sur le fondement des dispositions du III de l'article L. 331-14 du code de l'environnement. Ainsi, bien que ces établissements publics aient été associés depuis plusieurs années aux réflexions et concertations sur la prise en compte de l'environnement par le projet litigieux, l'absence de leur consultation pour avis conforme les a privés d'une garantie et a été susceptible d'exercer une influence sur le sens de la décision prise.

En ce qui concerne le moyen tiré de la méconnaissance des articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement :

71. D'une part, aux termes de l'article L. 411-1 du code de l'environnement : « I. – *Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits : / 1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle (...) d'animaux de ces espèces (...).* » Aux termes de l'article L. 411-2 du même code : « I. – *Un décret en Conseil d'État détermine les conditions dans lesquelles sont fixées : / (...) / 4° La délivrance de dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire, et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle : / a) Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ; / b) Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ; / c) Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ; / d) A des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes ; / e) Pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens. / (...).* ».

72. D'autre part, aux termes de l'article L. 181-1 du code de l'environnement, créé par l'ordonnance du 26 janvier 2017 visée ci-dessus : « *L'autorisation environnementale, dont le régime est organisé par les dispositions du présent livre ainsi que par les autres dispositions législatives dans les conditions fixées par le présent titre, est applicable aux activités, installations, ouvrages et travaux suivants, lorsqu'ils ne présentent pas un caractère temporaire : / 1° Installations, ouvrages, travaux et activités mentionnés au I de l'article L. 214-3 (...).* » En vertu du I de l'article L. 181-2 du même code, créé par la même ordonnance, « *L'autorisation environnementale tient lieu, y compris pour l'application des autres législations, des autorisations, enregistrements, déclarations, absences d'opposition, approbations et agréments suivants, lorsque le projet d'activités, installations, ouvrages et travaux relevant de l'article L. 181-1 y est soumis ou les nécessite : (...)* / 5° *Dérogation aux interdictions édictées pour la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels,*

d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats en application du 4° de l'article L. 411-2 ; / (...) ». Selon l'article L. 181-3 du même code : « (...) / II. – L'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent également : / (...) 4° Le respect des conditions, fixées au 4° de l'article L. 411-2, de délivrance de la dérogation aux interdictions édictées pour la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, des espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de cette dérogation ; / (...) ».

73. Enfin, aux termes de l'article 15 de l'ordonnance du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale : « *Les dispositions de la présente ordonnance entrent en vigueur le 1^{er} mars 2017, sous réserve des dispositions suivantes : / 1° Les autorisations délivrées au titre du chapitre IV du titre Ier du livre II ou du chapitre II du titre Ier du livre V du code de l'environnement dans leur rédaction antérieure à la présente ordonnance, ou au titre de l'ordonnance n° 2014-355 du 20 mars 2014 ou de l'ordonnance n° 2014-619 du 12 juin 2014, avant le 1^{er} mars 2017, sont considérées comme des autorisations environnementales relevant du chapitre unique du titre VIII du livre Ier de ce code, avec les autorisations, enregistrements, déclarations, absences d'opposition, approbations et agréments énumérés par le I de l'article L. 181-2 du même code que les projets ainsi autorisés ont le cas échéant nécessités ; les dispositions de ce chapitre leur sont dès lors applicables, notamment lorsque ces autorisations sont (...) contestées (...); / (...) 5° Lorsqu'une demande d'autorisation de projet d'activités, installations, ouvrages et travaux prévus par l'article L. 181-1 du code de l'environnement est formée entre le 1^{er} mars et le 30 juin 2017, le pétitionnaire peut opter pour qu'elle soit déposée, instruite et délivrée : / a) Soit en application des dispositions du chapitre IV du titre Ier du livre II ou du chapitre II du titre Ier du livre V de ce code, et, le cas échéant des dispositions particulières aux autorisations, enregistrements, déclarations, absences d'opposition, approbations et agréments énumérés par le I de l'article L. 181-2 du même code qui lui sont nécessaires, dans leur rédaction antérieure à la présente ordonnance ; le régime prévu par le 1° leur est ensuite applicable ; (...).* »

74. Il résulte des dispositions citées au point précédent que les autorisations délivrées au titre de la police de l'eau en application de l'article L. 214-3 du code de l'environnement, antérieurement au 1^{er} mars 2017, date d'entrée en vigueur de l'ordonnance du 26 janvier 2017, sont considérées, à compter de cette date, comme des autorisations environnementales. Il en résulte également que les autorisations délivrées au titre de la police de l'eau, postérieurement au 1^{er} mars 2017, dans les conditions fixées par le a) du 5° de l'article 15 de cette ordonnance, sont considérées comme des autorisations environnementales à compter de leur délivrance. Dès lors que l'autorisation environnementale créée par cette ordonnance tient lieu des diverses autorisations, enregistrements, déclarations, absences d'opposition, approbations et agréments énumérés au I de l'article L. 181-2 du code de l'environnement, dont la dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces animales non domestiques et de leurs habitats prévue à l'article L. 411-2 du code de l'environnement, l'autorisation environnementale issue de l'autorisation délivrée par le préfet des Bouches-du-Rhône le 18 février 2019 au titre de la police de l'eau peut être utilement contestée au motif qu'elle n'incorpore pas, à la date à laquelle la cour statue, la dérogation dont il est soutenu qu'elle est requise pour le projet en cause.

75. Comme il a été dit précédemment, l'exploitation des éoliennes flottantes autorisée par l'arrêté attaqué est susceptible d'entraîner la destruction, interdite par les dispositions de l'article L. 411-1 du code de l'environnement, de spécimens appartenant à une espèce animale protégée, notamment de puffins yelkouan, puffins de Scopoli et sternes caugek. Par ailleurs, contrairement à ce que soutient le ministre de la transition écologique et solidaire, la circonstance

que ces destructions seraient réalisées de façon accidentelle n'exempte pas la société pétitionnaire de l'obligation de solliciter une dérogation aux interdictions édictées pour la conservation d'espèces animales non domestiques et de leurs habitats en application du 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement, dès lors qu'elle n'ignore pas la réalité du risque de destruction, par son activité, de spécimens d'une espèce animale protégée présente dans la zone d'implantation du projet. À supposer même, comme le soutient la société PGL, que le projet litigieux ne soit pas susceptible de nuire au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle, une telle appréciation serait seulement de nature à permettre la délivrance de la dérogation prévue par les dispositions du 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement, sous réserve que les autres conditions fixées par ce texte soient remplies, sans exempter le pétitionnaire de l'obligation de solliciter une telle dérogation.

76. Il est constant que la société PGL n'a sollicité aucune dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces animales non domestiques et de leurs habitats, prévue à l'article L. 411-2 du code de l'environnement. En outre, il résulte de l'instruction que ni l'arrêté attaqué, ni aucune autre décision administrative susceptible d'être prise en compte pour en apprécier la légalité à la date du présent arrêt, ne comporte de prescriptions particulières suffisantes, notamment de fixation de seuils de mortalité excessive d'espèces protégées et de mesures adéquates de réduction, de compensation et de suivi, pour assurer le respect de la dérogation aux interdictions édictées pour la conservation d'espèces animales non domestiques et de leurs habitats. Par suite, l'association NACICCA est fondée à soutenir que l'autorisation délivrée par l'arrêté attaqué méconnaît les dispositions des articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement.

En ce qui concerne le moyen tiré de la méconnaissance de l'article L. 211-1 du code de l'environnement :

77. Aux termes de l'article L. 211-1 du code de l'environnement : *« I. – Les dispositions des chapitres Ier à VII du présent titre ont pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ; cette gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer : / 1° La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides (...) ; / 2° La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ; / (...) / II. – La gestion équilibrée doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences : / (...) 1° De la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole et conchylicole ; / (...) 3° De l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées. / (...) »*

78. Il résulte de l'instruction que l'arrêté attaqué comporte notamment des prescriptions techniques relatives aux opérations de travaux (article 5) et à l'exploitation (article 8), des mesures de suivi (article 9), des mesures d'accompagnement (article 10) et des obligations de remise en état du site à la suite de la cessation d'activité (article 15). En

particulier, l'article 9 instaure un comité de suivi présidé par le préfet des Bouches-du-Rhône, lequel pourra être assisté d'un comité conseil scientifique constitué d'experts. Ce même article prévoit de nombreuses mesures de suivi de la qualité de l'eau, des sédiments, des ressources halieutiques, de l'ichtyofaune, des mammifères marins et de l'avifaune. Est notamment prévu un suivi de l'avifaune en continu grâce à un système automatisé installé *in situ* (article 9-2-4), visant à évaluer les modifications potentielles de comportement des oiseaux marins et terrestres du fait de la présence du parc éolien et à vérifier l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction, ainsi qu'un suivi par caméra du comportement d'évitement de l'avifaune et des risques de collision (article 9-2-5). L'arrêté attaqué prescrit également, à ses articles 9-2-6 et 9-2-7, un suivi à une échelle élargie et à une échelle rapprochée, par moyens aéronautiques et nautiques maritimes, des mammifères marins et de l'avifaune, en vue d'établir un état de référence de la distribution des mammifères marins et des oiseaux, dont les migrateurs, à l'échelle de la zone d'étude élargie et de la zone d'implantation du parc, afin d'évaluer les modifications potentielles de leur comportement du fait de la présence du parc. Si l'association NACICCA soutient que ces mesures de suivi seront insuffisantes dès lors qu'elles ne font pas l'objet d'un calendrier précis dans l'arrêté attaqué ou ne sont prévues que pour une ou plusieurs années, il résulte des dispositions de cet arrêté que les différentes campagnes de suivi seront, le cas échéant, menées sur décision du préfet des Bouches-du-Rhône après avis du comité de suivi, selon un calendrier défini en fonction des résultats obtenus. Enfin, les articles 4-2-1-3 et 10-1 de l'arrêté attaqué prévoient la mise en place d'un système d'effarouchement de l'avifaune et son couplage avec les systèmes de détection des populations aviaires se rapprochant du site maritime. L'article 10-1 dispose également que « *le pétitionnaire propose au comité de suivi et au préfet, (...) en cas d'impact significatif sur l'avifaune toute mesure permettant d'éviter, de réduire et le cas échéant de compenser l'impact effectivement constaté.* » Contrairement à ce que soutient l'association NACICCA, l'ensemble des prescriptions de l'arrêté attaqué, en dépit de l'absence de détail ou de preuve de l'efficacité de certains dispositifs tels que le système d'effarouchement ou le système automatisé de suivi de l'avifaune, ainsi que des doutes raisonnables d'un point de vue scientifique quant à la possibilité que le projet de parc éolien en cause ait des effets significatifs dommageables sur la bonne conservation des populations de puffins yelkouan, puffins de Scopoli et sternes caugek présentes dans la zone du projet, sont de nature à assurer la prévention des dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés à l'article L. 211-1 du code de l'environnement. Par conséquent, l'association NACICCA n'est pas fondée à soutenir que l'arrêté attaqué méconnaît les dispositions l'article L. 211-1 du code de l'environnement.

79. Il résulte de tout ce qui précède que l'autorisation délivrée par l'arrêté attaqué est illégale dès lors, d'une part, qu'elle autorise un projet dont la réalisation porterait atteinte aux objectifs de conservation de sites Natura 2000 en méconnaissance des dispositions de l'article L. 414-4 du code de l'environnement, et, d'autre part, qu'elle n'a pas été précédée d'un avis conforme des parcs nationaux des Calanques et de Port-Cros en application du III de l'article L. 331-14 du code de l'environnement. Cette autorisation est enfin illégale en tant qu'elle n'incorpore pas la dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces animales non domestiques et de leurs habitats, prévue à l'article L. 411-2 du code de l'environnement.

Sur l'application des dispositions de l'article L. 181-18 du code de l'environnement :

80. Aux termes de l'article L. 181-18 du code de l'environnement : « *I. – Le juge administratif qui, saisi de conclusions dirigées contre une autorisation environnementale, estime, après avoir constaté que les autres moyens ne sont pas fondés : / 1° Qu'un vice n'affecte qu'une phase de l'instruction de la demande d'autorisation environnementale, ou une partie de cette autorisation, peut limiter à cette phase ou à cette partie la portée de l'annulation qu'il prononce et demander à l'autorité administrative compétente de reprendre l'instruction à la*

phase ou sur la partie qui a été entachée d'irrégularité ; / 2° Qu'un vice entraînant l'illégalité de cet acte est susceptible d'être régularisé par une autorisation modificative peut, après avoir invité les parties à présenter leurs observations, surseoir à statuer jusqu'à l'expiration du délai qu'il fixe pour cette régularisation. Si une telle autorisation modificative est notifiée dans ce délai au juge, celui-ci statue après avoir invité les parties à présenter leurs observations. / II. – En cas d'annulation ou de sursis à statuer affectant une partie seulement de l'autorisation environnementale, le juge détermine s'il y a lieu de suspendre l'exécution des parties de l'autorisation non viciées. »

81. Lorsqu'un vice de procédure entache un avis qui a été soumis au public, notamment dans le cadre d'une enquête publique, préalablement à l'adoption de la décision attaquée, la régularisation implique non seulement que la procédure de consultation soit reprise, mais aussi que le nouvel avis soit porté à la connaissance du public.

82. Contrairement à ce soutient l'association NACICCA, les vices, rappelés au point 79 du présent arrêt, qui entachent l'ensemble de l'arrêté du 18 février 2019 du préfet des Bouches-du-Rhône sont, en l'état de l'instruction, susceptibles d'être régularisés par une autorisation modificative. Cette autorisation modificative ne pourra être accordée que sous réserve que soient recueillis préalablement l'avis conforme favorable des parcs nationaux des Calanques et de Port-Cros et que soient respectées, d'une part, les conditions fixées au VII de l'article L. 414-4 du code de l'environnement permettant à l'autorité compétente de donner son accord au projet, en l'absence de solutions alternatives, pour des raisons impératives d'intérêt public majeur, assorti de mesures compensatoires afin de maintenir la cohérence globale du réseau Natura 2000, ainsi que, d'autre part, les conditions fixées au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement pour déroger aux interdictions édictées pour la conservation des espèces animales non domestiques et de leurs habitats. La délivrance d'une telle autorisation modificative impliquera également l'organisation d'une nouvelle enquête publique afin de soumettre ces nouveaux éléments à la connaissance du public.

83. Eu égard aux modalités de régularisation ainsi fixées, l'éventuelle autorisation modificative devra être communiquée à la cour dans un délai d'un an à compter du présent arrêt. Il y a lieu, par suite, de surseoir à statuer sur la requête de l'association NACICCA jusqu'à l'expiration de ce délai afin de permettre cette régularisation.

DÉCIDE :

Article 1^{er} : Il est sursis à statuer sur la requête présentée par l'association Nature et citoyenneté Crau Camargue Alpilles jusqu'à l'expiration d'un délai d'un an, courant à compter de la notification du présent arrêt, impartie à la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large ou à l'État pour notifier à la cour une autorisation environnementale modificative.

Article 2 : Tous droits et conclusions des parties sur lesquels il n'est pas expressément statué par le présent arrêt sont réservés jusqu'en fin d'instance.

Article 3 : Le présent arrêt sera notifié à l'association Nature et citoyenneté Crau Camargue Alpilles, à la société Parc Éolien Offshore de Provence Grand Large et au ministre de la transition écologique et solidaire.

Copie en sera adressée pour information au préfet des Bouches-du-Rhône.

Délibéré après l'audience du 18 septembre 2020, à laquelle siégeaient :

- M. Célérier, président de chambre,
- Mme Buffet, président-assesseur,
- M. Bréchet, premier conseiller.

Lu en audience publique, le 6 octobre 2020.

Le rapporteur,

Le président,

F.-X. Bréchet

T. Célérier

Le greffier,

C. Goy

La République mande et ordonne au ministre de la transition écologique et solidaire en ce qui le concerne, et à tous huissiers de justice à ce requis en ce qui concerne les voies de droit commun contre les parties privées, de pourvoir à l'exécution de la présente décision.

Observation n°10

Déposée le 20 Décembre 2020 à 11:43

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Ce projet n'est pas conforme aux dispositions de l'arrêté du 22 juin 2020 qui a modifié les conditions du démantèlement :

- 1) il n'est pas prévu de démantèlement intégral dans les conditions de cet arrêté
- 2) les propriétaires et la commune n'ont pas donné leurs accords sur les nouvelles modalités de démantèlement
- 3) la consignation n'est pas conforme aux nouvelles règles.

Pour tous ces motifs, je vous remercie de rendre un avis défavorable

Patrick KAWALA président de la F.A.E.V

Observation n°11

Déposée le 20 Décembre 2020 à 11:49

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Ce projet va entraîner des destructions d'espèces protégées et de leurs habitats.

En effet, les enjeux sont élevés pour de nombreuses espèces protégées et les mesures de type ERC sont insuffisantes pour prévenir tout risque.

Or le pétitionnaire n'a pas formulé de demande de dérogation pour destruction d'espèces protégées, ce qui est illégal.

Je vous adresse un arrêt récent de la Cour administrative d'appel de BORDEAUX qui fait le point sur cette question et qui est transposable au cas d'espèce.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

1 document joint.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE** **Légifrance**
Le service public de la diffusion du droit

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CAA de BORDEAUX, 5ème chambre, 17/11/2020, 19BX02284, Inédit au recueil Lebon

CAA de BORDEAUX - 5ème chambre

Lecture du mardi 17 novembre 2020

N° 19BX02284
Inédit au recueil Lebon

Président
Mme JAYAT
Rapporteur public
Mme PERDU

Rapporteur
Mme Birsen SARAC-DELEIGNE
Avocat(s)
FIDAL EURALILLE

Texte intégral

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU NOM DU PEUPLE FRANÇAIS

Vu la procédure suivante :

Par une requête et un mémoire, enregistrés les 29 mai 2019 et 27 mars 2020, la société Ferme Eolienne de Saugon et la société Abo Wind, représentées par Me B..., demandent à la cour :

1°) d'annuler l'arrêté du 1er avril 2019 par lequel la préfète de la Gironde a rejeté la demande d'autorisation unique en vue de la construction et de l'exploitation d'une installation terrestre de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent et d'un poste de livraison sur le territoire de la commune de Saugon ;

2°) d'enjoindre à la préfète de la Gironde de poursuivre l'instruction de la demande d'autorisation unique en mettant en oeuvre les articles 14 et suivants du décret n° 2014-450

du 2 mai 2014 et en saisissant sous quinze jours le président du tribunal administratif de Bordeaux en vue de la désignation d'un commissaire enquêteur ;

3°) de mettre à la charge de l'Etat la somme de 5 000 euros au titre de l'article L. 761-1 du code de justice administrative.

Les sociétés requérantes soutiennent que :

- les conditions de la mise en oeuvre des dispositions du 3° de l'article 3 de l'ordonnance n° 2014-355 du 20 mars 2014 n'étaient pas réunies ;
- le préfet a fait une inexacte application de l'article L. 412-2 I 4° du code de l'environnement ;
- aucun des cinq motifs invoqués par la préfète n'était de nature à justifier une décision de rejet au stade l'examen préalable ;
- s'agissant de l'incomplétude de l'étude sur les oiseaux pour les passages migratoires nocturnes d'automne, il ne ressort d'aucune pièce du dossier que la mise en oeuvre du projet serait de nature à entraîner la méconnaissance des interdits fixés par les dispositions de l'arrêté interministériel du 29 octobre 2009 relatif aux oiseaux migrateurs nocturnes et, que par suite, le dépôt d'une demande de dérogation relative à ces espèces et notamment au roitelet triple- bandeau serait nécessaire, ni que si tel était le cas, une telle dérogation ne pourrait être délivrée ;
- parmi les oiseaux dont la présence a été constatée au sein de l'aire d'étude, les mesures d'évitement et de réduction prévues pour certains d'entre eux dont le roitelet à triple-bandeau sont tels qu'aucune interdiction ne serait susceptible d'être méconnue ; le bureau d'étude a conclu que la destruction-dégradation négligeable de l'habitat ne remettait pas en cause le cycle biologique de l'espèce ; la préfète a considéré à tort que la demande de dérogation était lacunaire sur ce point ; il ne ressort pas de l'avis du Conseil national de la protection de la nature (CNPN), ni d'aucune autre pièce du dossier, qu'une demande de dérogation complémentaire devrait être déposée, portant sur d'autres espèces que celles qui étaient énumérées de manière limitative aux pages 10 et 12 de la demande ;
- la demande d'autorisation ne pouvait être rejetée au motif de l'absence de recherche de solution alternative hors habitat forestier alors que la préfète ne s'est livrée à aucun examen sur ce point et qu'il ne ressort pas de l'avis du CNPN qu'une solution alternative satisfaisante aurait été ignorée ; le contexte particulièrement contraint du département de la Gironde justifie donc pleinement le choix du site ;
- le risque de collision entre les éoliennes et les chiroptères n'avait pas à faire l'objet d'un arrêté de demande de dérogation dès lors que le risque de mortalité par collision entraîné par le fonctionnement d'éoliennes n'est en aucun cas assimilable à une " destruction " au sens du 1° de l'article L. 411-1, I du code de l'environnement ou du 2 de l'arrêté interministériel du 23 avril 2007 ; à titre subsidiaire, rien ne faisait obstacle à ce que le bridage proposé par le CNPN soit imposé par l'autorisation unique elle-même dès lors qu'il appartenait à la préfète d'assortir son arrêté de toutes prescriptions nécessaires permettant de prévenir les risques de collision ; le bureau d'étude a conclu à un risque très faible de destructions d'individus en phase d'exploitation ;
- le suivi d'activité et de mortalité des oiseaux et chiroptères préconisé par le CNPN n'est pas une condition indispensable à l'octroi d'une dérogation ; il n'est pas établi que les mesures proposées par la société pétitionnaire, lesquelles sont supérieures aux prescriptions de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, auraient été insuffisantes alors que le CNPN n'a pas précisé de durée de suivi ; la préfète ne pouvait fonder le rejet de sa demande sur l'insuffisance des mesures de suivi proposées ou de leur non-conformité à celles préconisées par le CNPN sans avoir prescrit elle-même des mesures différentes de celles proposées ;
- le rejet au stade de l'examen préalable ne pouvait se fonder sur l'insuffisance de la démarche d'évitement retenue par l'autorité environnementale dès lors que d'une part, cet avis ne lie pas la préfète et, d'autre part, à la supposer même établie cette insuffisance ne constitue pas un motif de rejet au regard de 2° II de l'article 12 du décret n° 2014-450 du 2 mai 2014, les dangers et inconvénients causés par les installations pouvant être prévenus par le biais de prescriptions de la préfète ;
- l'analyse des impacts du projet, couplée avec la définition des mesures d'évitement, de réduction et de compensation ayant permis de conclure à un niveau d'impact qualifié de faible à modéré, selon l'échelle de gradation retenue par le bureau d'études ELIOMYS, il n'y avait pas lieu de déposer une demande de dérogation à l'interdiction de destruction des spécimens d'espèces protégées ; les mises à mort accidentelles par collision ne sont pas régies par la législation relative aux espèces protégées mais sont prévenues par le biais de prescriptions fixées par l'autorité de police des installations classées ;
- elles émettent également les plus grandes réserves quant à la nécessité de déposer un dossier de demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'espèces protégées ; la destruction d'un habitat favorable n'est pas à elle seule suffisante pour imposer le dépôt d'une demande de

du 2 mai 2014 et en saisissant sous quinze jours le président du tribunal administratif de Bordeaux en vue de la désignation d'un commissaire enquêteur ;

3°) de mettre à la charge de l'Etat la somme de 5 000 euros au titre de l'article L. 761-1 du code de justice administrative.

Les sociétés requérantes soutiennent que :

- les conditions de la mise en oeuvre des dispositions du 3° de l'article 3 de l'ordonnance n° 2014-355 du 20 mars 2014 n'étaient pas réunies ;
- le préfet a fait une inexacte application de l'article L. 412-2 I 4° du code de l'environnement ;
- aucun des cinq motifs invoqués par la préfète n'était de nature à justifier une décision de rejet au stade l'examen préalable ;
- s'agissant de l'incomplétude de l'étude sur les oiseaux pour les passages migratoires nocturnes d'automne, il ne ressort d'aucune pièce du dossier que la mise en oeuvre du projet serait de nature à entraîner la méconnaissance des interdits fixés par les dispositions de l'arrêté interministériel du 29 octobre 2009 relatif aux oiseaux migrateurs nocturnes et, que par suite, le dépôt d'une demande de dérogation relative à ces espèces et notamment au roitelet triple- bandeau serait nécessaire, ni que si tel était le cas, une telle dérogation ne pourrait être délivrée ;
- parmi les oiseaux dont la présence a été constatée au sein de l'aire d'étude, les mesures d'évitement et de réduction prévues pour certains d'entre eux dont le roitelet à triple-bandeau sont tels qu'aucune interdiction ne serait susceptible d'être méconnue ; le bureau d'étude a conclu que la destruction-dégradation négligeable de l'habitat ne remettait pas en cause le cycle biologique de l'espèce ; la préfète a considéré à tort que la demande de dérogation était lacunaire sur ce point ; il ne ressort pas de l'avis du Conseil national de la protection de la nature (CNPN), ni d'aucune autre pièce du dossier, qu'une demande de dérogation complémentaire devrait être déposée, portant sur d'autres espèces que celles qui étaient énumérées de manière limitative aux pages 10 et 12 de la demande ;
- la demande d'autorisation ne pouvait être rejetée au motif de l'absence de recherche de solution alternative hors habitat forestier alors que la préfète ne s'est livrée à aucun examen sur ce point et qu'il ne ressort pas de l'avis du CNPN qu'une solution alternative satisfaisante aurait été ignorée ; le contexte particulièrement contraint du département de la Gironde justifie donc pleinement le choix du site ;
- le risque de collision entre les éoliennes et les chiroptères n'avait pas à faire l'objet d'un arrêté de demande de dérogation dès lors que le risque de mortalité par collision entraîné par le fonctionnement d'éoliennes n'est en aucun cas assimilable à une " destruction " au sens du 1° de l'article L. 411-1, I du code de l'environnement ou du 2 de l'arrêté interministériel du 23 avril 2007 ; à titre subsidiaire, rien ne faisait obstacle à ce que le bridage proposé par le CNPN soit imposé par l'autorisation unique elle-même dès lors qu'il appartenait à la préfète d'assortir son arrêté de toutes prescriptions nécessaires permettant de prévenir les risques de collision ; le bureau d'étude a conclu à un risque très faible de destructions d'individus en phase d'exploitation ;
- le suivi d'activité et de mortalité des oiseaux et chiroptères préconisé par le CNPN n'est pas une condition indispensable à l'octroi d'une dérogation ; il n'est pas établi que les mesures proposées par la société pétitionnaire, lesquelles sont supérieures aux prescriptions de l'article 12 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011, auraient été insuffisantes alors que le CNPN n'a pas précisé de durée de suivi ; la préfète ne pouvait fonder le rejet de sa demande sur l'insuffisance des mesures de suivi proposées ou de leur non-conformité à celles préconisées par le CNPN sans avoir prescrit elle-même des mesures différentes de celles proposées ;
- le rejet au stade de l'examen préalable ne pouvait se fonder sur l'insuffisance de la démarche d'évitement retenue par l'autorité environnementale dès lors que d'une part, cet avis ne lie pas la préfète et, d'autre part, à la supposer même établie cette insuffisance ne constitue pas un motif de rejet au regard de 2° II de l'article 12 du décret n° 2014-450 du 2 mai 2014, les dangers et inconvénients causés par les installations pouvant être prévenus par le biais de prescriptions de la préfète ;
- l'analyse des impacts du projet, couplée avec la définition des mesures d'évitement, de réduction et de compensation ayant permis de conclure à un niveau d'impact qualifié de faible à modéré, selon l'échelle de gradation retenue par le bureau d'études ELIOMYS, il n'y avait pas lieu de déposer une demande de dérogation à l'interdiction de destruction des spécimens d'espèces protégées ; les mises à mort accidentelles par collision ne sont pas régies par la législation relative aux espèces protégées mais sont prévenues par le biais de prescriptions fixées par l'autorité de police des installations classées ;
- elles émettent également les plus grandes réserves quant à la nécessité de déposer un dossier de demande de dérogation pour la destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'espèces protégées ; la destruction d'un habitat favorable n'est pas à elle seule suffisante pour imposer le dépôt d'une demande de

dérogation ; il ne ressort pas des pièces du dossier que l'atteinte portée à l'habitat de la Fauvette pitchou et du Fadet des lâches serait de nature à remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de reproduction et de repos de ces espèces.

Par des mémoires en défense, enregistrés les 28 février 2020 et 7 octobre 2020, ce dernier n'ayant pas été communiqué, le ministre de la transition écologique conclut au rejet de la requête.

Il fait valoir que les moyens soulevés par les sociétés requérantes ne sont pas fondés.

Vu les autres pièces du dossier.

Vu :

- le code de l'environnement ;
- l'ordonnance n° 2014-355 du 20 mars 2014 relative à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement ;
- le décret n° 2014-450 du 2 mai 2014 relatif à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement ;
- le code de justice administrative.

Les parties ont été régulièrement averties du jour de l'audience.

Ont été entendus au cours de l'audience publique :

- le rapport de Mme A... C...,
- les conclusions de Mme Sylvande Perdu, rapporteur public,
- et les observations de Me B..., représentant les sociétés Ferme Eolienne de Saugon et la société Abo Wind.

Une note en délibéré présentée pour la société Ferme Eolienne de Saugon et la société Abo Wind a été enregistrée le 21 octobre 2020.

Considérant ce qui suit :

1. La société Abo Wind a déposé, le 14 décembre 2016, une demande d'autorisation unique afin de faire construire et exploiter une installation de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent composée de trois éoliennes et d'un poste de livraison sur le territoire de la commune de Saugon (Gironde). Par un arrêté du 1er avril 2020, la préfète de la Gironde a rejeté sa demande au stade de l'examen préalable, au motif que le projet ne permettait pas d'atteindre les objectifs mentionnés à l'article 3 de l'ordonnance du 20 mars 2014 relative à l'expérimentation d'une autorisation unique en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement, notamment en l'absence des conditions permettant d'accorder une dérogation à la destruction d'espèces protégées. Les sociétés Ferme Eolienne de Saugon et Abo Wind demandent à la cour l'annulation de cet arrêté.

Sur la légalité de l'arrêté du 1er avril 2019 :

2. D'une part, aux termes du I de l'article 1er de l'ordonnance n° 2014-355 du 20 mars 2014, applicable en l'espèce : " A titre expérimental, et pour une durée de trois ans, sont soumis aux dispositions du présent titre les projets d'installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (...) ". Aux termes de l'article 2 de cette

ordonnance : " Les projets mentionnés à l'article 1er sont autorisés par un arrêté préfectoral unique, dénommé " autorisation unique " (...). Aux termes de l'article 3 de la même ordonnance : " L'autorisation unique ne peut être accordée que si les mesures que spécifie l'arrêté préfectoral permettent de prévenir les dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 du code de l'environnement et, le cas échéant, de : / 1° Garantir la conformité des travaux projetés avec les exigences fixées à l'article L. 421-6 du code de l'urbanisme, lorsque l'autorisation unique tient lieu de permis de construire ; / 2° Prendre en compte les objectifs mentionnés au 5° de l'article L. 311-5 du code de l'énergie ; / 3° Respecter les conditions de délivrance de la dérogation mentionnée au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement, lorsque l'autorisation unique tient lieu de cette dérogation ; / 4° Préserver les intérêts mentionnés à l'article L. 112-2 du code forestier et le respect des fonctions définies à l'article L. 341-5 du même code, lorsque l'autorisation unique tient lieu d'autorisation de défrichement ". Aux termes du II de l'article 12 du décret n° 2014-450 du 2 mai 2014, applicable en l'espèce, qui est relatif au stade de l'examen préalable de la demande, avant enquête publique : " Le représentant de l'Etat dans le département peut rejeter la demande pour l'un des motifs suivants : 1° Le dossier reste incomplet ou irrégulier à la suite de la demande mentionnée à l'article 11 ; 2° Le projet ne permet pas d'atteindre les objectifs mentionnés à l'article 3 de l'ordonnance du 20 mars 2014 susvisée ; 3° Le projet est contraire aux règles qui lui sont applicables. Ce rejet est motivé ".

3. D'autre part, aux termes de l'article L. 411-1 du code de l'environnement, dans sa rédaction alors applicable " I. - Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits : 1° La destruction ou l'enlèvement des oeufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ; (...) / 3° La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ; (...). Aux termes de l'article L. 411-2 du même code : " Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions dans lesquelles sont fixées : (...) / 4° La délivrance de dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire, et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle (...). Aux termes de cet article, la dérogation est également subordonnée à sa justification par l'un des cinq motifs qu'il énumère limitativement, dont celui énoncé au c) qui mentionne " l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ", " d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique " et " les motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ".

4. Il résulte de ces dispositions qu'un projet d'aménagement ou de construction d'une personne publique ou privée susceptible d'affecter la conservation d'espèces animales ou végétales protégées et de leurs habitats ne peut être autorisé, à titre dérogatoire, que s'il répond, par sa nature aux justifications énumérées à l'article L. 411-2 du code de l'environnement, et notamment, à une raison impérative d'intérêt public majeur. En présence d'un tel intérêt, le projet ne peut cependant être autorisé, eu égard aux atteintes portées aux espèces protégées appréciées en tenant compte des mesures de réduction et de compensation prévues, que si, d'une part, il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et, d'autre part, cette dérogation ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle. La préfète, sans se prononcer sur la justification de la dérogation au regard de l'un des cinq motifs énumérés à l'article L. 411-2 du code de l'environnement, a considéré, d'une part, qu'une autre solution satisfaisante n'avait pas été recherchée et, d'autre part, qu'une dérogation ne permettrait pas le maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

En ce qui concerne l'obligation de présenter une demande de dérogation :

5. Il résulte de l'instruction que dans le cadre de l'examen de la demande d'autorisation unique, la société pétitionnaire a déposé, à la demande des services de l'Etat, un dossier de demande de dérogation aux mesures de protection des espèces au titre du 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement pour trois insectes, sept amphibiens, trois reptiles, neuf chiroptères et treize oiseaux dont neuf rapaces.

6. Les sociétés requérantes soutiennent que cette demande de dérogation ne s'imposait pas dès lors, d'une part, que les destructions accidentelles d'espèces protégées par collision, qui ne figurent pas au nombre des interdictions visées par l'article L. 411-1 du code de l'environnement, peuvent être prévenues par des prescriptions spécifiques

imposées par la police des installations classées dans le cadre de l'arrêté d'autorisation, et que, d'autre part, la destruction des habitats favorables ne remet pas en cause, dans le cadre de son projet, le bon accomplissement des cycles biologiques de reproduction ou de repos des espèces.

7. Il résulte de l'instruction que les principaux enjeux relatifs à l'avifaune concernent les rapaces en période de reproduction, en particulier le Circaète-Jean-le-Blanc pour lequel l'étude d'impact a conclu à un enjeu fort et un risque élevé de collision en phase d'exploitation. Parmi les espèces de rapaces recensées sur le site et inclus dans le champ de la demande de dérogation, certaines présentent une sensibilité particulière aux éoliennes, des cas de mortalité par collision étant réguliers notamment pour le Milan noir dont l'enjeu est qualifié de moyen. Par ailleurs, il a été relevé la présence de plusieurs espèces remarquables typiques des landes et mosaïques boisées dont trois espèces d'intérêt communautaire et une espèce déterminante au niveau régional pour lesquelles l'enjeu est qualifié de moyen et au nombre desquelles figurent l'Engoulevent d'Europe et la Fauvette pitchou, l'Alouette lulu et la Locustelle tachetée, l'implantation des éoliennes E1 et E2 et la création de leurs chemins d'accès entraînant la destruction de l'habitat de la Fauvette pitchou et de l'Engoulevent d'Europe, à hauteur respectivement de 7 747 mètres carrés et 1,3 hectares. S'agissant des chiroptères, les écoutes au sol réalisées sur un cycle biologique complet entre février 2014 et février 2015, complétées par des écoutes en altitude, ont permis de relever la présence de dix espèces dont l'Oreillard indéterminé, la Barbastelle, le Murin de Daubenton et la Pipistrelle nathusius représentant un enjeu moyen ainsi que la Noctule commune inscrite sur liste rouge et la Noctule de lisier à enjeu fort. Le projet présente des enjeux pour les chiroptères tant en phase de travaux par la destruction ou dégradation de l'habitat sur une surface de 1,8 hectares, qu'en phase d'exploitation par la destruction d'individus par collision. En ce qui concerne les autres espèces animales, l'impact du projet est qualifié de fort pour les sept espèces d'amphibiens et de moyen pour les trois espèces de reptiles concernées et présentes en nombre important. Enfin, s'agissant des insectes repris dans la demande de dérogation, outre la destruction d'individus, le défrichement nécessaire à la mise en oeuvre du projet impacte l'habitat du Damier de la succise à hauteur de 1 560 mètres carrés, du Fadet des laïches sur 9 000 mètres carrés et du Grand capricorne à hauteur de 4 000 mètres carrés, tous trois représentant un enjeu qualifié de fort.

8. S'il ressort du dossier de dérogation que l'impact résiduel après mesures d'évitement et mesures de réduction est qualifié de faible à négligeable s'agissant de la totalité des chiroptères et du Circaète Jean-Le-Blanc, contrairement à ce que soutient la société requérante, le risque résiduel n'est pas qualifié pour plusieurs espèces représentant un enjeu fort ou moyen tels que le Damier de la succise, le Fadet des laïches, l'Alouette lulu, l'Engoulevent d'Europe, la Fauvette pitchou ou le Milan noir. En se bornant à qualifier la catégorie d'amphibiens et reptiles concernées par la demande de dérogation d'espèces communes à enjeu local, le bureau d'étude n'a pas davantage qualifié le risque résiduel les concernant. Ainsi, eu égard à ces imprécisions et lacunes, il ne résulte pas de l'instruction que des prescriptions assortissant l'autorisation unique auraient été de nature à éviter la destruction des espèces concernées ou de leur habitat. Dans ces conditions, et dès lors qu'il résulte de l'instruction que le projet en cause est de nature à entraîner la destruction d'espèces protégées et de leurs habitats naturels y compris par collisions accidentelles et, alors même que l'impact résiduel s'établirait après mesures d'évitement et de réduction à un niveau qualifié de modéré ou faible, un tel projet relève du régime de dérogation, alors même que cette destruction ne serait que la conséquence de la mise en oeuvre du projet et non une fin en soi. Par suite, les sociétés requérantes qui ne peuvent, à cet égard, utilement se prévaloir de l'imprécision des mentions du dossier de demande de dérogation pour soutenir qu'il ne serait pas porté atteinte au cycle biologique des espèces, ne sont pas fondées à soutenir que le dépôt d'une demande de dérogation à la destruction des espèces protégées visées dans sa demande n'aurait pas été nécessaire.

En ce qui concerne le respect des conditions d'octroi de la demande de dérogation :

9. Il résulte des termes de la décision attaquée que la préfète de la Gironde s'est fondée, pour rejeter la demande d'autorisation unique au stade de l'examen préalable, sur le motif tiré de ce que le projet ne permet pas d'atteindre les objectifs mentionnés à l'article 3 de l'ordonnance n°2014-355 du 20 mars 2014 précitée, notamment en raison du non-respect des conditions permettant d'accorder une dérogation à la destruction d'espèces protégées dès lors que les éléments de réponse apportées par la société requérante ne répondaient pas ou ne répondaient que de façon incomplète à l'avis du Conseil national de protection de la nature (CNPN) du 8 février 2018 sur les points suivants : l'absence de recherche de solution alternative en dehors de tout habitat forestier, l'incomplétude de l'analyse sur les oiseaux pour les passages migratoires nocturnes d'automne, notamment sur le roitelet à triple bande, l'insuffisance du bridage pour la protection des chiroptères ainsi que l'insuffisance du suivi d'activité et de mortalité des oiseaux et chiroptères.

10. Si les sociétés requérantes font valoir que le site choisi pour le projet se situe hors secteur classé zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) et de toute zone Natura 2000 et que sa localisation serait conforme au schéma régional éolien, toutefois, ces circonstances ne sauraient suffire pour permettre de retenir l'absence de solution alternative au choix d'une zone forestière comportant des habitats de plusieurs dizaines d'espèces protégées. S'il n'est pas contesté que les importantes contraintes militaires, celles liées à l'aviation civile, au patrimoine paysager, aux zonages naturels ainsi que celles relatives à l'éloignement minimal de 500 mètres des zones d'habitats limitent les possibilités d'implantation sur le territoire de la Gironde, il ne résulte pas de l'instruction et notamment pas du dossier de demande de dérogation ni des propositions d'améliorations proposées par la société requérante à la suite de l'avis du CNPN qu'elle aurait envisagé un autre site d'implantation à l'intérieur du département ou à un niveau régional et que ses recherches se seraient avérées vaines. Dans ces conditions, et alors même que le département de la Gironde serait majoritairement boisé et ne comporterait aucune éolienne, la société pétitionnaire n'est pas fondée à soutenir que la préfète de la Gironde aurait méconnu les dispositions précitées du code de l'environnement en estimant que la condition relative à l'existence d'une autre solution satisfaisante n'était pas remplie.

11. Dès lors que les conditions de délivrance d'une dérogation au titre du 4° du I de l'article L.411-2 du code de l'environnement sont cumulatives, le motif par lequel la préfète de la Gironde a, à bon droit, décidé que la demande de dérogation ne permettait pas de tenir pour établie l'absence de solution alternative, justifie à lui seul le rejet de la demande d'autorisation unique. Il résulte par ailleurs de l'instruction que la préfète aurait pris la même décision si elle ne s'était fondée que sur ce motif.

12. Il résulte de ce qui précède, que les sociétés requérantes ne sont pas fondées à soutenir qu'en faisant application des dispositions du 3° du II de l'article 12 du décret du 2 mai 2014 précité et en rejetant la demande de la société requérante au stade de l'examen préalable, la préfète de la Gironde aurait méconnu ces dispositions. Leurs conclusions aux fins d'annulation doivent par suite être rejetées.

Sur les conclusions aux fins d'injonction :

13. Le présent arrêt, qui rejette les conclusions aux fins d'annulation présentées par les sociétés Ferme Eolienne de Saugon et Abo Wind, n'appelle, par lui-même, aucune mesure d'exécution. Par suite, les conclusions aux fins d'injonction présentées par les sociétés requérantes doivent être rejetées.

Sur les conclusions tendant à l'application de l'article L. 761-1 du code de justice administrative :

14. Les dispositions de l'article L. 761-1 du code de justice administrative font obstacle à ce que soit mise à la charge de l'Etat, qui n'est pas la partie perdante dans la présente instance, le versement de la somme que demandent les sociétés requérantes au titre des frais exposés et qui ne sont pas compris dans les dépens.

DECIDE :

Article 1er : La requête présentée par la société Ferme Eolienne de Saugon et la société Abo Wind est rejetée.

Article 2 : Le présent arrêt sera notifié à la société Ferme Eolienne de Saugon, à la société Abo Wind et au ministre de la transition écologique. Copie en sera adressée à la préfète de la Gironde.

Délibéré après l'audience du 13 octobre 2020 à laquelle siégeaient :

Mme Elisabeth Jayat, président,

M. Frédéric Faïck, président-assesseur,

Mme A... C..., premier conseiller.

Lu en audience publique, le 17 novembre 2020.

Le rapporteur,

Birsen C...Le président,

Elisabeth JayatLe greffier,

Virginie Marty

La République mande et ordonne au ministre de la transition écologique en ce qui le concerne, et à tous huissiers de justice à ce requis, en ce qui concerne les voies de droit commun contre les parties privées, de pourvoir à l'exécution du présent arrêt.

2

N°19BX02284

Analyse

▼ **Abstrats**

Observation n°12

Déposée le 20 Décembre 2020 à 12:00

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Je vous remercie de faire application des pouvoirs que vous confère l'article L 123-13 du code de l'environnement et d'exiger du pétitionnaire qu'il communique les documents suivants nécessaires à l'information du public :

1) données brutes des mesures de vent recueillies sur le site : elles sont nécessaires pour apprécier la véracité du productible invoqué, qui sert au pétitionnaire pour justifier de ses capacités financières à faire face aux charges de son activité

2) données brutes des mesures de bruit résiduel (force des vents, secteurs, durées d'observation) : elles sont nécessaires pour apprécier la pertinence des bridages proposés

3) données brutes des contacts chiroptères : elles sont pareillement nécessaires pour apprécier la pertinence des bridages

4) promesses de baux signées : l'article L 511-1 du code de l'environnement exige d'apprécier les conséquences du projet sur l'agriculture. Or les promesses concernent des terres agricoles. Il est donc nécessaire de vérifier si et dans quelles mesures ces promesses portent atteinte à l'usage des terres agricoles ou au statut agricole.

A défaut, la complète information de la population ne sera pas assurée.

IL faut rappeler que la FRANCE est un pays de droit, et que nul ne peut solliciter une autorisation ou un jugement fondés sur des pièces secrètes non soumises au contradictoire.

Interrogée par mes soins à l'occasion d'une autre enquête publique, la préfète de la VIENNE a répondu qu'il appartenait au commissaire enquêteur de faire usage de ses prérogatives.

Bien entendu, dès production de ces éléments, nous les ferons expertiser si nous l'estimons utile.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

Observation n°13

Déposée le 20 Décembre 2020 à 12:48

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Je vous adresse une coupure de presse qui illustre :

1) le risque pour un vendeur immobilier de voir la vente cassée pour ne pas avoir signalé à l'acquéreur, l'existence d'un projet éolien

2) l'attitude des promoteurs éoliens, qui n'assument pas la situation et refusent d'indemniser les malheureux vendeurs en utilisant toutes les voies de droit : pourtant, si le parc n'avait pas existé, la vente aurait été parfaite, et si l'acquéreur avait été informé il n'aurait pas acheté !! Le préjudice est pourtant constitué.

La dévalorisation immobilière (et les difficultés pour vendre) vient d'être expressément reconnue par un arrêt rendu le 17 septembre 2020 par la Cour de cassation : cependant, en dépit d'une perte de 10 à 20% de la valeur (établie par expertise judiciaire), la Cour suprême refuse d'indemniser en l'absence d'autre trouble....

Dans ces conditions, les études d'impact se doivent d'apprécier les conséquences du projet sur...les biens matériels (article L122-1 du code de l'environnement), afin d'évaluer si les riverains subiront une dépréciation de leurs biens, et dans l'affirmative de proposer des mesures de type ERC qui s'appliquent également à cette problématique.

Le GUIDE de l'étude d'impact réalise en 2016 sous l'égide du ministère, impose de considérer cette problématique.

Or en l'espèce, le promoteur n'a pas procédé à cette recherche dans le secteur concerné.

Il opposera peut être les sondages biaisés réalisés à la demande d' l'industrie éolienne, qui disent ce que le donneur d'ordre voulait entendre; et qui en toute hypothèse ne s'appliquent pas au secteur concerné, une étude d'impact devant traiter de la situation locale.

Mais la dévalorisation et les difficultés à vendre sont des phénomènes vérifiés partout en FRANCE.

Dans ces conditions, un avis défavorable s'impose de plus fort.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

4 documents joints.

Cass. civ. 3, 17-09-2020, n° 19-16.937, F-D, Rejet

Expertise

Résidence secondaire

Trouble du voisinage

Huissier

Inconvénients normaux du voisinage

Abstract

► Sur le fondement du principe selon lequel nul n'a un droit acquis à la conservation de son environnement et dans la mesure où le trouble du voisinage s'apprécie en fonction des droits respectifs des parties, l'installation de plusieurs éoliennes à proximité d'habitations entraînant, pour les propriétaires de ces dernières, des nuisances sonore et visuelle atténuées par un bois faisant écran ainsi que la dépréciation de la valeur de leur bien immobilier, ne dépasse pas, par sa gravité, les inconvénients normaux du voisinage, eu égard à l'objectif d'intérêt public poursuivi par le développement de l'énergie éolienne, faisant échec à la caractérisation d'un trouble anormal de voisinage réparable.

CIV. 3

COUR DE CASSATION

Audience publique du 17 septembre 2020

M. CHAUVIN, président

Pourvoi n° C 19-16.937

LM

Rejet

Arrêt n° 606 F-D

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

AU NOM DU PEUPLE FRANÇAIS

ARRÊT DE LA COUR DE CASSATION, TROISIÈME CHAMBRE CIVILE, DU 17 SEPTEMBRE 2020

1°/ M. Aa Ab,

2°/ Mme Ac Ad, épouse Ab,

domiciliés tous deux 31 rue de Moscou, 75008 Paris,

3°/ M. Ae Af, domicilié,,

4°/ Mme Ag Ah, épouse Af, domiciliée, ... La Rochelle,

ont formé le pourvoi n° C 19-16.937 contre l'arrêt rendu le 26 mars 2019 par la cour d'appel d'Amiens (1° chambre civile), dans le litige les opposant :

1°/ à la société Parc éolien de Roman, société à responsabilité limitée,

2°/ à la société EDP Renewables France, société par actions simplifiée,

ayant toutes deux leur siège 25 quai Panhard et Levassor, 75013 Paris,

défenderesses à la cassation.

En présence de :

3°/ M. Ab Ai,

4°/ Mme Aj Ak,

tous deux domiciliés 34 avenue de la république, 75011 Paris.

Les demandeurs invoquent, à l'appui de leur pourvoi, le moyen unique de cassation annexé au présent arrêt.

Le dossier a été communiqué au procureur général.

sur le rapport de M. Jessel, conseiller, les observations de la SARL Meier-Bourdeau Lécuyer et associés, avocat de M. et Mme Ab et M. et Mme Af, de la SCP Rocheteau et Uzan-Sarano, avocat des sociétés Parc éolien de Roman et EDP Renewables France, après débats en l'audience publique du 16 juin 2020 où étaient présents M. Chauvin, président, M. Jessel, conseiller rapporteur, M. Echappé, conseiller doyen, et Mme Berdeaux, greffier de chambre,

la troisième chambre civile de la Cour de cassation, composée des président et conseillers précités, après en avoir délibéré conformément à la loi, a rendu le présent arrêt.

Désistement partiel

1. Il est donné acte à M. Af du désistement de son pourvoi et à M. et Mme Ab du désistement de leur pourvoi en ce qu'il est dirigé contre M. Ai et Mme Ak.

Faits et procédure

2. Selon l'arrêt attaqué (Amiens, 26 mars 2019), les conjoints Ab ont, après expertises ordonnées en référé, assigné la société Parc éolien de Roman en réparation des préjudices occasionnés par l'installation, à proximité des résidences secondaires dont ils sont propriétaires, d'éoliennes générant, selon eux, des troubles anormaux du voisinage.

3. Les consorts Ab font à l'arrêt de rejeter leurs demandes, alors :

« 1°/ que nul ne doit causer à autrui un trouble excédant les inconvénients normaux de voisinage ; que la cour d'appel a approuvé les conclusions de l'expert constatant qu'il existait un trouble paysager en accédant aux propriétés voisines du parc éolien de Roman pouvant avoir une conséquence lors d'une revente éventuelle et que les propriétaires subissaient donc un préjudice du fait d'une atteinte à l'environnement général dans lequel se situait leurs biens se traduisant par une difficulté à trouver des acquéreurs potentiels de ceux-ci ou une diminution de leur valeur vénale qu'il a évaluée à une décote de 10 % à 20 % ; qu'en excluant cependant par principe l'existence d'un trouble anormal du voisinage au prétexte erroné que les modifications apportées à l'environnement du bien ne pourraient donner lieu à réparation faute de droit acquis à le conserver, la cour d'appel a violé, par refus d'application, le principe susvisé ;

2°/ que nul ne doit causer à autrui un trouble excédant les inconvénients normaux de voisinage ; que la cour d'appel a approuvé les conclusions de l'expert constatant qu'il existait un trouble paysager en accédant aux propriétés voisines du parc éolien de Roman pouvant avoir une conséquence lors d'une revente éventuelle et que les propriétaires subissaient donc un préjudice du fait d'une atteinte à l'environnement général dans lequel se situait leurs biens se traduisant par une difficulté à trouver des acquéreurs potentiels de ceux-ci ou une diminution de leur valeur vénale qu'il a évaluée à une décote de 10 % à 20 % ; qu'en excluant que ce préjudice ait pu caractériser un trouble anormal du voisinage au prétexte indifférent qu'il trouvait son origine dans l'exploitation d'une activité qui relevait de l'intérêt général, la cour d'appel a derechef violé le principe susvisé ;

3°/ que l'existence d'un trouble excédant les inconvénients normaux de voisinage est appréciée in concreto ; que, pour exclure tout trouble anormal du voisinage, la cour d'appel s'est encore bornée à constater que les propriétaires évaluaient l'ensemble des préjudices visuels subis en raison de la présence à proximité de leurs biens du parc éolien (préjudice visuel depuis leur propriété, difficulté à revendre et perte de valeur vénale) à un montant supérieur à celui retenu par l'expert fixant la perte de valeur vénale des propriétés à un montant des moins négligeables, compris entre 10 et 20 %, pour le seul préjudice paysager sur le chemin d'accès aux propriétés entraînant une difficulté à revendre les biens ; qu'en statuant, sans apprécier elle-même l'importance de ce préjudice et donc sans rechercher s'il caractérisait un trouble anormal au regard de son impact pour les consorts Ab, la cour d'appel a privé sa décision de base légale au regard du principe susvisé. »

Réponse de la Cour

4. Se fondant sur les rapports d'expertise, ainsi que sur un constat d'huissier de justice, la cour d'appel a, par motifs propres et adoptés, constaté que le volume des émissions sonores générées par les éoliennes, de nouvelle génération, était, de jour comme de nuit, inférieur aux seuils prévus par la réglementation en vigueur et que le bois situé entre les propriétés et le parc éolien, installé à distance réglementaire des habitations, formait un écran sonore et visuel réduisant les nuisances occasionnées aux habitants d'un hameau, certes élégant et paisible, mais situé dans un paysage rural ordinaire.

5. Ayant retenu à bon droit que nul n'a un droit acquis à la conservation de son environnement et que le trouble du voisinage s'apprécie en fonction des droits respectifs des parties, elle a estimé que la dépréciation des propriétés concernées, évaluée par expertise à 10 ou 20 %, selon le cas, dans un contexte de morosité du marché local de l'immobilier, ne dépassait pas, par sa gravité, les inconvénients normaux du voisinage, eu égard à l'objectif d'intérêt public poursuivi par le développement de l'énergie éolienne.

6. Elle a souverainement déduit de ces motifs que les consorts Ab ne justifiaient pas d'un trouble anormal du voisinage.

7. Le moyen n'est pas fondé.

PAR CES MOTIFS, la Cour :

REJETTE le pourvoi ;

Condamne M. et Mme Ab et Mme Ah aux dépens ;

En application de l'article 700 du code de procédure civile, rejette les demandes ;

Ainsi fait et jugé par la Cour de cassation, troisième chambre civile, et prononcé par le président en son audience publique du dix-sept septembre deux mille vingt.

MOYEN ANNEXE au présent arrêt

Moyen produit par la SARL Meier-Bourdeau Lécuyer et associés, avocat aux Conseils, pour M. et Mme Ab et Mme Ah

IL EST FAIT GRIEF à l'arrêt confirmatif attaqué d'AVOIR débouté M. et Mme Ab et Mme Ah de leurs demandes ;

AUX MOTIFS PROPRES QUE, sur le préjudice de perte de valeur des propriétés, les appelants sollicitent des indemnités de 194 000 € pour les plus proches, les consorts A, de 178 000 € pour les époux Ab et de 113 925 € pour les époux Af, plus distants, correspondant respectivement, par rapport aux valeurs des propriétés retenues par l'expert abstraction faite des éoliennes, à 45 %, 40 % et 35 % de perte de valeur ; que ce préjudice a fait l'objet d'une étude très approfondie de la part de l'expert immobilier, M. Ai, qui n'hésite pas à parler de « pollution » visuelle du fait de l'existence des éoliennes (terme qu'il retire ensuite pour le cas d'espèce à la suite d'un dire du conseil des intimés) et à admettre que d'une manière générale l'installation d'un parc éolien fait perdre de la valeur aux propriétés voisines, qui se vendent moins bien et/ou moins cher ; que l'expert s'est rendu deux fois sur place visiter avec soin les maisons, leurs dépendances et leurs jardins, analyser les travaux de modernisation dont elles avaient fait l'objet, indiquer la distance des habitations à l'éolienne la plus proche (de 569 m pour les consorts A à 1167 m pour les époux Af), prendre toutes les photos utiles, rectifier ses premières descriptions sur les dires des parties, se renseigner sur le marché immobilier local et sur les 13 dernières transactions les moins anciennes, interroger le notaire local ; qu'apprécier la perte de valeur, sa mission, dépend des inconvénients concrets provoqués par les éoliennes ; que, pour sa part, il n'a entendu aucun bruit, mais la chose peut varier selon le vent, le feuillage des arbres, etc., et il a attendu à juste titre les mesures faites par M. Am pour conclure ; qu'il n'a pas de peine à estimer l'impact visuel dont chacun peut se faire une idée à partir des photos ; que ses constatations et photographies sont utilement complétées par celles qui figurent au constat de Me Auble du 19 septembre 2011 qui décrit la situation sonore et visuelle au niveau des 3 propriétés, 28, 26 et 20 rue des Sarcelles (où un bruit de chantier l'a empêché d'apprécier le bruit au niveau de cette propriété) et sur la route qui mène au hameau, ainsi que par celles produites par les appelants, pièces 29, 29 bis et 38, qui ont le mérite de faire prendre conscience d'une impression de présence proche ; que les trois propriétés sont à distance réglementaire des éoliennes, plus de 500 m ; qu'elles sont protégées de la vue par le bois de Saugueuse ; que depuis l'habitation de M. et Mme Ab, l'impact visuel des éoliennes est « très faible » (p. 10 et p. 15), on peut apercevoir par intermittence le haut d'une pale dans le jardin mais pas dans la maison ; que depuis la maison des Af, située à 1167 m de l'éolienne la plus proche, il estime qu'il n'y a pas d'impact visuel direct « sauf quand on arrive en voiture par la route », « la seule vue sur une éolienne est à partir du fond du jardin derrière la maison » (p. 11) « que ce soit au mois d'avril ou au mois de juillet » (p. 16) ; quant à la vue des éoliennes à partir de la propriété de M. Ai, même chose, elles sont bien visibles quand on vient par la route, mais la vue est très limitée, uniquement dans le jardin (p. 12, 15, 18, 22), pas de l'intérieur de la maison ; que le hameau est élégant et paisible, mais le paysage rural à l'entour est ordinaire ; qu'en conclusion, l'expert constate (p. 42) : « - que l'impact auditif, n'a pas été constaté lors de nos visites, mais qu'il peut être augmenté en l'absence de feuillage, - que l'impact visuel est inexistant l'été avec le feuillage aux arbres pour les trois propriétés ; - que l'impact visuel est plus important sous certaines conditions de saison et d'ensoleillement à partir de la propriété Bailleraie ; - qu'il existe un trouble paysager en arrivant d'un côté ou de l'autre du chemin communal à partir de l'extérieur des propriétés pouvant avoir une conséquence et un préjudice lors d'une revente éventuelle ; - le préjudice est celui causé dans l'environnement paysagé général bien que ce ne soit pas une gêne particulière et directe, il peut se traduire par un refus d'éventuels acquéreurs réfractaires à cet environnement ou une baisse du prix de vente, seul facteur décisif » ; qu'il prend en compte un désistement sur un compromis en 2010 et l'avis du notaire, Maître Barrandon (p. 45), qui impute la tendance baissière du marché à l'apathie du marché local, sans vouloir exclure l'influence des éoliennes, les particularités de chacune des propriétés, pour admettre une certaine dévaluation de la valeur des trois propriétés, qu'il chiffre respectivement à 20 % pour celle

de M. Ai, 10 % pour celle de M. et Mme Ab et 10 % pour celle de M. et Mme Af (B. 48-49) ; qu'on est très loin des proportions soutenues par les appelants ; qu'il n'y a pas de droit acquis à la conservation de son environnement (en ce sens Civ. 3° 21 octobre 2009, Revue de Droit Immobilier 2010, p. 161) et l'appréciation du trouble anormal de voisinage se fait en fonction des droits respectifs des parties (Civ. 3° 20 décembre 2000, pourvoi n° 98-15.024) ; qu'en l'espèce, il y a lieu de tenir compte de l'intérêt général reconnu dans la jurisprudence du Conseil d'Etat qui, par interprétation de divers textes, estime que les éoliennes présentent un intérêt public tiré de leur contribution à la production d'électricité ; qu'il y a donc lieu d'approuver le travail et les conclusions de l'expert ; que la juridiction d'appel en tire la conclusion juridique qu'on ne saurait admettre en l'espèce que le parc éolien de Roman constitue pour chacune des trois propriétés, du point de vue de la perte de valeur vénale, un trouble qui dépasse, par sa gravité, les inconvénients normaux de voisinage ;

ET AUX MOTIFS ADOPTES QUE l'expert AI spécialiste en estimations immobilières désigné par ordonnance de référé du 09 novembre 2011, s'est déplacé à deux reprises sur le site où sont situées les propriétés des parties demanderesses en avril 2012 et en juillet 2013 ; que s'agissant de la propriété de Monsieur Ai, la plus proche du parc éolien, l'expert a constaté qu'il était possible d'apercevoir deux éoliennes à l'entrée de la propriété, à une cinquantaine de mètres de la maison ainsi que « légèrement » à partir des fenêtres de l'étage, celui-ci précisant que la vue portait sur le sommet des pâles ; qu'il conclut à un impact visuel faible au printemps, et nul durant la saison estivale tant devant la maison que sur la terrasse d'agrément ou encore de l'étage ; que s'agissant de la propriété des conjoints Ab, l'expert indique qu'il n'y a pratiquement aucune vue sur les éoliennes, seul le haut d'une pale étant visible si tant est que l'on prenne du recul mais uniquement à l'extrémité d'une terrasse, côté nord, et sous réserve de « rechercher l'éolienne » ; que, pour la propriété de Monsieur et Madame Af, la plus éloignée, Monsieur AI conclut à l'absence d'impact visuel direct, les éoliennes n'étant pas visibles de la maison, ni de la terrasse ou de la piscine, seul le haut d'une pale étant perceptible à partir du fond du jardin ; qu'en outre toutes les habitations sont protégées par un écran végétal constitué par le bois de la Saugueuse ; que l'effet stroboscopique invoqué n'a pas été repris dans les conclusions expertales ; qu'il en résulte que l'impact visuel direct des éoliennes sur les propriétés des demandeurs est tantôt faible (propriété Ai, uniquement durant le printemps), tantôt très faible (propriété Ab), tantôt inexistant (propriété Af) et n'est donc pas constitutif d'un trouble anormal de voisinage ; que l'expert fait état d'un préjudice de jouissance qui découlerait de la seule présence des aérogénérateurs à proximité des habitations et dont l'effet se ferait ressentir lors d'une revente éventuelle, les acquéreurs potentiels, confrontés visuellement à ces dispositifs à l'approche du hameau de la Saugueuse, étant susceptibles d'être dissuadés dans leur projet d'achat ; qu'il évoque les aspects émotionnels liés à une vente et leur rôle majeur dans la réalisation d'une transaction immobilière ; qu'il met en exergue la qualité des bâtiments qu'il situe dans le haut de gamme des biens immobiliers et l'exigence corrélative des acquéreurs ; que toutefois, il est constant que nul n'est assuré de conserver intact son environnement et qu'il n'existe pas de droit acquis à la permanence de la vue qu'un propriétaire peut avoir de son fonds ; que l'expert lui-même précise le caractère totalement subjectif de l'impact visuel que peut avoir la présence d'une éolienne en ce qu'il déclare « que tout le monde n'est pas affecté de la même façon par leur présence » ; qu'en outre, il décrit le site d'implantation des éoliennes environnant les habitations des demandeurs comme étant constitutif d'un paysage qu'il qualifie de « rural » mais sans présenter de caractère remarquable ou préservé et dont il dénie toute spécificité particulière ; qu'il relève par ailleurs la présence à proximité du site de poteaux électriques à haute tension ; qu'il convient de noter que ces objets de grandes tailles et de caractère industriel sont propres à dénaturer le paysage ou du moins à en atténuer l'aspect « préservé » ; que la responsabilité fondée sur le trouble anormal du voisinage suppose que soit rapportée la preuve d'un trouble qui excède les inconvénients ordinaires du voisinage ; que cette définition suppose l'existence d'un trouble qui présente un certain caractère de gravité, les inconvénients « normaux » n'ouvrant pas droit à réparation ; que tel n'est pas le cas en l'espèce, l'expert invoquant tout au plus un impact visuel direct faible en ce qu'il est conditionnel (seulement des fenêtres de l'étage de la maison et encore de l'extrémité d'une terrasse, côté nord et sous réserve de « rechercher l'éolienne »), partiel (juste le sommet des pâles) ou temporaire (durant le printemps) ; que ce dernier parle le plus souvent d'impact direct inexistant ; que la preuve d'un impact indirect découlant de la seule proximité du parc éolien des habitations des conjoints Ai, C et Juranics-Richaud n'est pas établie ; qu'ils seront ainsi déboutés de leur demande d'indemnisation fondée sur le trouble anormal du voisinage lié aux nuisances visuelles alléguées ;

1°) ALORS QUE nul ne doit causer à autrui un trouble excédant les inconvénients normaux de voisinage ; que la cour d'appel a approuvé les conclusions de l'expert constatant qu'il existait un trouble paysager en accédant aux propriétés voisines du parc éolien de Roman pouvant avoir une conséquence lors d'une revente éventuelle et que les propriétaires subissaient donc un préjudice du fait d'une atteinte à l'environnement général dans lequel se situait leurs biens se traduisant par une difficulté à trouver des acquéreurs potentiels de ceux-ci ou une diminution de leur valeur vénale qu'il a évaluée à une décote de 10 % à 20 % ; qu'en excluant cependant par principe l'existence d'un trouble anormal du voisinage au prétexte erroné que les modifications apportées à l'environnement du bien ne pourraient donner lieu à réparation faute de droit acquis à le conserver, la cour d'appel a violé, par refus d'application, le principe susvisé ;

2°) ALORS QUE nul ne doit causer à autrui un trouble excédant les inconvénients normaux de voisinage ; que la cour d'appel a approuvé les conclusions de l'expert constatant qu'il existait un trouble paysager en accédant aux propriétés

voisins du parc éolien de Roman pouvant avoir une conséquence lors d'une revente éventuelle et que les propriétaires subissaient donc un préjudice du fait d'une atteinte à l'environnement général dans lequel se situait leurs biens se traduisant par une difficulté à trouver des acquéreurs potentiels de ceux-ci ou une diminution de leur valeur vénale qu'il a évaluée à une décote de 10 % à 20 % ; qu'en excluant que ce préjudice ait pu caractériser un trouble anormal du voisinage au prétexte indifférent qu'il trouvait son origine dans l'exploitation d'une activité qui relevait de l'intérêt général, la cour d'appel a derechef violé le principe susvisé ;

3°) ALORS QUE l'existence d'un trouble excédant les inconvénients normaux de voisinage est appréciée in concreto ; que, pour exclure tout trouble anormal du voisinage, la cour d'appel s'est encore bornée à constater que les propriétaires évaluaient l'ensemble des préjudices visuels subis en raison de la présence à proximité de leurs biens du parc éolien (préjudice visuel depuis leur propriété, difficulté à revendre et perte de valeur vénale) à un montant supérieur à celui retenu par l'expert fixant la perte de valeur vénale des propriétés à un montant des moins négligeables, compris entre 10 et 20 %, pour le seul préjudice paysager sur le chemin d'accès aux propriétés entraînant une difficulté à revendre les biens ; qu'en statuant, sans apprécier elle-même l'importance de ce préjudice et donc sans rechercher s'il caractérisait un trouble anormal au regard de son impact pour les consorts Ab, la cour d'appel a privé sa décision de base légale au regard du principe susvisé.

1003890 /JFM /CD /CB

AVIS DE VALEUR

Pauline GUILLET
Notaire salarié

pauline.guillet.86009@notaires.fr

Tel : 05.49.43.31.07

Fax : 05.49.43.67.15

jeanfrancois.meunier@notaires.fr

Service Négociation

Tel : 05.49.43.21.77

Port : 06.86.20.90.84

Immobilier.86009@notaires.fr

Service Successions

christelle.mousserion@notaires.fr

Service Actes Courants

celine.dutisseuil@notaires.fr

Je soussigné Maître Jean-François MEUNIER, notaire à LUSIGNAN (Vienne).

CERTIFIE ET ATTESTE

Avoir visité une ancienne ferme rénovée sise à SAINT GERMIER (deux Sèvres) lieudit la Nigauderie, appartenant à Monsieur et Madame Olivier ARLOT dont la description est la suivante, savoir :

- Un hangar en tôle,
- Un ancien poulailler,
- Un ancien four à pain,
- Deux garages,
- Une ancienne porcherie transformée en chenil,
- Une grande grange en cours de réhabilitation en habitation,
- Longère comprenant :

Au rez-de-chaussée : une grande pièce formant salon-salle à manger-cuisine équipée, arrière cuisine, WC,

Au premier étage : trois grandes chambres, salle d'eau, WC, bureau, débarras.

Le tout rénové : chauffe-eau en géothermie, panneaux solaires sur partie des bâtiments, insert; assainissement individuel et chauffage électrique.

Proximité de trois éoliennes.

Le tout Cadastéré :

Section ZP numéro 54 lieudit « La Nigauderie » pour 00ha 26a 82ca

Section ZP numéro 55 lieudit « La Nigauderie » pour 00ha 23a 00ca

Pour une contenance totale de 00ha 49a 82ca

Ce bien peut être valorisé abstraction faite des éoliennes et sous réserve de la constructibilité de la parcelle cadastrée section ZP 54, entre CENT QUATRE-VINGT MILLE EUROS (180.000,00 EUR) et DEUX CENT MILLE EUROS (200.000,00 EUR), mais compte tenu de l'immédiate proximité des éoliennes une décote de 20 à 30% devrait s'appliquer, soit une valorisation entre CENT TRENTE-CINQ MILLE EUROS (135.000,00 EUR) et CENT QUARANTE-CINQ MILLE EUROS (145.000,00 EUR).

EN FOI DE QUOI, j'ai délivré la présente attestation pour servir et valoir ce que de droit.

FAIT A Lusignan (Vienne),

Le 20 février 2018.

Etude fermée le Samedi – Le notaire reçoit sur rendez-vous
Membre d'une Association agréée,
T.V.A. acquittée sur les débits

Tigné. Éoliennes : le couple d'ex-riverains se pourvoit en cassation

Déboutés en appel de leurs poursuites engagées contre le promoteur WPD, Laurent Frémondrière et Sylvie Godet ont décidé d'aller au bout de leur combat judiciaire.



Tigné. Laurent Frémondrière et Sylvie Godet s'estiment doublement victimes de l'implantation du parc éolien. | CC

Le Courrier de l'Ouest

Publié le 30/05/2020 à 10h55

Abonnez-vous

Laurent Frémondrière et Sylvie Godet ne le digèrent toujours pas. En 2010, ils ont été condamnés pour avoir omis de signaler l'existence du projet éolien de Tigné aux acquéreurs de la maison qu'ils venaient de rénover, à environ un kilomètre du site d'implantation. **« Les juges ont justifié leur décision en citant les nuisances sonores et paysagères des éoliennes. En appel, les juges ont confirmé qu'un projet éolien justifiait l'annulation d'une vente immobilière quand l'acquéreur n'est pas informé. Nous avons été condamnés car cette information était indispensable pour déterminer le juste prix de la maison »**, rappelle Laurent Frémondrière.

PUBLICITÉ

AU QUOTIDIEN LES 7 ÉLÈVES
SONT ENCADRÉS PAR
**UN ENSEIGNANT ET UN
ÉDUCATEUR SPÉCIALISÉ**
AU COLLEGE PHILIPPE DE COMMYNES

Au final, la vente sera annulée. Et le couple, contraint de réaliser de nouveaux travaux avant de remettre en vente son bien. À cette époque, le promoteur, WPD, avait payé leurs frais d'avocat pour convaincre les juges qu'il n'y avait pas d'impact sur la valeur de la maison. « **Nous avons cru ce que WPD nous disait, mais après la condamnation, nous nous sommes retrouvés seuls avec une ardoise à payer de près de 50 000 €. Nous avons vécu 6 ans dans un mobile home avec un enfant** », ajoute Sylvie Godet. Depuis, ils se sont retournés en justice contre le promoteur pour obtenir réparation. En vain pour le moment.

La double peine

Débutés une première fois en juin 2017, le couple s'est retrouvé de nouveau devant la cour d'appel fin 2019, laquelle a estimé que WPD ne devait pas être mis en cause. Sylvie Godet est atterrée : « **Les éoliennes ont été le fondement du dol, de notre condamnation et de notre préjudice. WPD est « responsable mais non coupable et finalement, c'est nous qui payons pour les nuisances** », » enrage Laurent Frémondrière, d'autant plus affecté que la cour d'appel a assorti sa décision d'une condamnation à régler les frais de justice du promoteur. Montant de la facture : 6 000 € pour les deux procès.

Aussi, le couple a décidé de se pourvoir en cassation mi-février pour être indemnisé de ses pertes financières. « **Il y a une notion profondément inéquitable à reprocher à un particulier de ne pas avoir informé un autre, alors même que le promoteur n'a pas fait lui son devoir d'information** », justifie leur avocat, Me Ivan Jurasinovic.

Partagez sur

Tigné: Laurent Frémondrière et Sylvie Godet s'estiment doublement victimes de l'implantation du parc éolien.

Tigné. Éoliennes : le couple d'ex-riverains se pourvoit en cassation [Ouest-France.fr](#)

Ailleurs sur le web

Ces panneaux solaires dernière génération agacent les compagnies d'énergie !

Électricité gratuite | Sponsorisé

Tous les retraités français changent pour cette assurance santé

Mutuelle Senior | Sponsorisé

Cette visière de protection transparente a envahi le monde. L'idée est géniale

CleanShield | Sponsorisé

Et si vous aviez investi 1000€ dans des actions Netflix il y a un an?

eToro | Sponsorisé

L'accessoire qui rendra tous vos apéritifs inoubliables

Deejo | Sponsorisé

"Même la boîte de montre est incroyable." Ces montres sont incomparables ! Pièces uniques en bois et en pierre

Holz Kern | Sponsorisé

Moderna est leader dans la lutte contre la maladie du COVID-19. Qu'est-ce que ça change ?

eToro | Sponsorisé

Confinement: Les habitants de LIMOGES adorent ce nouveau produit

Le correcteur de posture romain | Sponsorisé

Cette pompe à chaleur chauffe la maison en hiver et la rafraîchit en été

Viessmann | Sponsorisé

AU QUOTIDIEN LES 7 ÉLÈVES
SONT ENCADRÉS PAR
**UN ENSEIGNANT ET UN
ÉDUCATEUR SPÉCIALISÉ**

AU COLLÈGE PHILIPPE DE COMMYNES

Observation n°14

Déposée le 20 Décembre 2020 à 15:58

Par Association SELT Association

Boisgrenier

86290 Liglet

Observation:

Monsieur le Commissaire enquêteur,

Nous vous prions de trouver les documents ci-annexés :

- Notre deuxième déposition à votre enquête
- Un arrêt de la Cour administrative d'appel de Nantes

Respectueuses salutations

Alain Giraud & Daniel Gioé, association SELT

2 documents joints.

Monsieur le Commissaire enquêteur,

Lorsque l'on ouvre ce registre dématérialisé dévolu à cette enquête publique, la page de garde est singulièrement déprimante et ne donne guère envie de participer et encore moins de défendre ce territoire pourtant victime d'une déferlante de parcs éoliens.

En effet la photographie, choisie par le pétitionnaire, nous montre une vaste plaine, aussi morne que celle de Waterloo, soumise à l'agriculture intensive et traversée par une nationale que l'on pressent infernale.

Nul doute que SOLVEO a fait le « bon choix » : qui pourrait avoir envie de défendre un paysage qui semble dépourvu de tout intérêt, un paysage presque sinistre ?

Monsieur le Commissaire enquêteur, pour connaître bien ces lieux, nous ne contestons pas l'anthropisation de ce paysage. C'est un fait indéniable.

Mais pour quelles raisons serait-il permis d'ajouter à des dégradations d'autres dégradations au risque de créer un cadre de vie devenu insupportable pour les riverains, et ceci au mépris de la Convention européenne sur les paysages, dite Convention de Florence, qui reconnaît aux citoyens le droit de vivre dans un environnement le plus préservé possible ?

Et puis, tout paysage, aussi anthropisé soit-il, recèle souvent des charmes cachés et mêmes des beautés que des efforts permettent de découvrir.

C'est ainsi que je vous suggère de prendre l'attache de SOLVEO pour leur proposer une nouvelle page de garde, plus attrayante, plus engageante, et plus valorisante aussi pour les riverains. Nous suggérons par exemple un couple d'outardes canepetière, ce si bel oiseau si gracieux, avec au loin les jolies ondulations de champs de blé couleur or et, dans le ciel, -pourquoi pas ?- le vol planant et majestueux d'un busard cendré. Après tout, cette image serait tout à fait conforme au lieu et l'illustrerait parfaitement (voir à ce sujet la contribution N°1 de ce registre)

Et puisque SOLVEO, dans le message qu'il fait passer par cette triste page de garde, insiste sur un paysage sans attrait particulier, vous trouverez en pièce jointe un arrêt de la Cour administrative d'appel de Nantes par lequel le juge protège le paysage dit « ordinaire », dépourvu d'aspect pittoresque, ne présentant pas « d'intérêt significatif » dès lors qu'il a subi un mitage éolien devenant insupportable pour les riverains.

Cette jurisprudence récente de la Cour de Nantes est tout à fait transposable pour ce dossier. : un paysage qui n'a pas d'attrait particulier mais qui ne « respire » plus, car encerclé par une kyrielle de parcs éoliens.

En conséquence, vous voudrez bien rendre un avis défavorable.

Respectueuses salutations.

Alain Giraud & Daniel Gioé, association SELT



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

Liberté

Égalité

- *Fraternité*

Légifrance

- Le service public de la diffusion du droit

1. Jurisprudence administrative

2. **CAA de NANTES, 5ème chambre, 17/07/2020, 19NT03272, Inédit au recueil Lebon**

**CAA de NANTES, 5ème chambre, 17/07/2020,
19NT03272, Inédit au recueil Lebon**

CAA de NANTES - 5ème chambre

- N° 19NT03272
- Inédit au recueil Lebon

Lecture du vendredi 17 juillet 2020

Président

M. CELERIER

Rapporteur

M. François-Xavier BRECHOT

Rapporteur public

M. MAS

Avocat(s)

CABINET FIDAL BALAY

Texte intégral

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

AU NOM DU PEUPLE FRANÇAIS

Vu la procédure suivante : Par une requête et un mémoire, enregistrés respectivement les 29 juillet 2019 et 29 mai 2020, la société parc éolien des Landes de Jugevent, représentée par Me B..., demande à la cour : 1°) d'annuler l'arrêté du 29 mai 2019 par lequel le préfet du Morbihan a rejeté l'autorisation environnementale qu'elle a sollicitée afin d'exploiter un parc éolien sur le territoire de la commune de Brignac ; 2°) de lui délivrer l'autorisation sollicitée en l'accompagnant, le cas échéant, des prescriptions nécessaires pour assurer le respect des intérêts visés par l'article L. 511-1 du code de l'environnement ou en renvoyant au préfet du Morbihan le soin de le faire ; 3°) d'ordonner que la décision d'autorisation fasse l'objet des mesures de publicité prévues par l'article R. 181-50 du code de l'environnement ; 4°) de mettre à la charge de l'État une somme de 3 000 euros au titre des dispositions de l'article L. 761-1 du code de justice administrative. Elle soutient que : - l'autorisation environnementale ne peut être légalement refusée au motif qu'il existerait " des incertitudes au regard de l'impact cumulé " ; en tout état de cause, ce motif est erroné ; - ce refus d'autorisation ne peut légalement se fonder sur les avis défavorables de certaines communes ni sur les observations défavorables émises par certains habitants de Brignac lors de l'enquête publique ; le préfet n'est en outre pas lié par ces avis et observations ; - ce refus d'autorisation ne peut légalement se fonder sur l'effet de saturation ressenti par les habitants du secteur ; - il ne peut légalement se fonder sur l'impossibilité alléguée de mettre en oeuvre la recommandation émise par le commissaire enquêteur ; - il est entaché d'erreur d'appréciation en tant qu'il retient une atteinte excessive au paysage. Par un mémoire en défense, enregistré le 23 mars 2020, le ministre de la transition écologique et solidaire demande à la cour de rejeter la requête. Il soutient que les moyens soulevés par la société Parc Éolien des Landes de Jugevent ne sont pas fondés. Vu les autres pièces du dossier. Vu : - le code de l'environnement ; - le code de justice administrative. Les parties ont été régulièrement averties du jour de l'audience. Ont été entendus au cours de l'audience publique : - le rapport de M. A..., - les conclusions de M. Mas, rapporteur public, - et les observations de Me B..., représentant la société Parc Éolien des Landes de Jugevent. Une note en délibéré, enregistrée le 9 juillet 2020, a été présentée pour la société Parc Éolien des Landes de Jugevent. Considérant ce qui suit : 1. La société Parc Éolien des Landes de Jugevent a déposé, le 12 juin 2018, une demande d'autorisation environnementale afin d'exploiter une installation de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, composée de cinq aérogénérateurs d'une puissance maximale de 3,2 MW et de deux postes de livraison sur le territoire de la commune de Brignac (Morbihan). Par un arrêté du 29 mai 2019, le préfet du Morbihan a refusé cette autorisation. La société Parc Éolien des Landes de Jugevent demande l'annulation de cet arrêté. Sur la légalité du refus d'autorisation environnementale : 2. Aux termes de l'article L. 511-1 du code de l'environnement : " Sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers et, d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, (...). " L'article L. 512-1 du même code dispose que " Sont soumises à autorisation les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1. / L'autorisation, dénommée autorisation

environnementale, est délivrée dans les conditions prévues au chapitre unique du titre VIII du livre Ier ". Aux termes de l'article L. 181-3 du même code : " I. - L'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent la prévention des dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1, selon les cas. " 3. En premier lieu, si l'arrêté attaqué mentionne dans ses motifs, à titre d'éléments de contexte, les avis défavorables au projet émis par six communes - dont la commune de Brignac - sur les dix consultées, ainsi que " le rejet exprimé par les habitants de Brignac au travers des 85 observations défavorables recueillies lors de l'enquête publique et du courrier du maire signé de l'ensemble des élus de la commune ", il ne résulte pas de l'instruction que le préfet du Morbihan se serait cru tenu de rejeter la demande de la société Parc Éolien des Landes de Jugevent en raison du sens de ces avis et observations. 4. En second lieu, il résulte des dispositions citées au point 2 que, pour statuer sur une demande d'autorisation d'exploitation d'une installation classée pour la protection de l'environnement, il appartient au préfet de s'assurer que le projet ne méconnaît pas, notamment, l'exigence de protection des paysages. 5. D'une part, il ne résulte pas de l'instruction que le site d'implantation du projet bénéficierait d'une quelconque protection en raison de son aspect pittoresque. Ce site, constitué de vastes plaines cultivées à ragosses, doucement vallonnées et ponctuellement boisées, entouré de quelques fermes et bourgs, ne présente pas d'intérêt significatif. Il offre des vues dégagées sur l'horizon, ponctuellement contraintes par la présence de bosquets et de haies. Le périmètre éloigné du projet, au-delà de 10 km, est constitué au nord-est de bocage dense sur colline au sein du massif du Mené et au sud-est de paysages boisés et de bosquets au sein du massif de Brocéliande. Ce périmètre éloigné n'offre de vues dégagées sur le lointain qu'en situation de lisière et en point haut. Onze parcs éoliens en exploitation sont déjà présents dans un rayon de 20 km autour du projet, sans cohérence marquée entre ces différentes implantations. 6. D'autre part, le projet prévoit l'installation sur la commune de Brignac de deux postes de livraison et, sur deux lignes parallèles orientées nord-est / sud-est, de cinq éoliennes composées d'un mât haut de 122 mètres et de pales de 58 mètres, présentant une hauteur totale en bout de pale de 180 mètres. 7. Il résulte de l'instruction, notamment du cahier de photomontages établi en mai 2018, que les cinq éoliennes marqueront fortement le paysage du périmètre rapproché du projet. Dominant nettement la végétation avoisinante, elles généreront un important effet d'écrasement, d'ailleurs relevé par les auteurs du cahier de photomontages, depuis les hameaux de " La Vieuville ", de " Couëtfero ", de " Kerminy " et de " Folleville ", situés entre 500 et 580 mètres du parc projeté, ainsi que, dans une moindre mesure, depuis celui de " Ville Greffray " situé à 1 km. À cet effet d'écrasement s'ajoute, dans les hameaux de " La Vieuville ", de " Couëtfero " et de " Folleville ", un effet de saturation généré par la proximité de tout ou partie des éoliennes du parc, leur implantation en apparence désordonnée et leur prégnance dans le paysage. 8. De surcroît, dans le périmètre intermédiaire ou éloigné du projet, il résulte de l'instruction, notamment du cahier de photomontages, que le faible relief rendra les éoliennes projetées fréquemment visibles depuis les points de vue lointains. Le parc projeté sera, au-delà de 4 km du site du projet, en situation de covisibilité avec certaines des quatre-vingt-sept éoliennes des onze parcs déjà construits dans un rayon de 20 km autour du site d'implantation, dont celles des parcs de Ménéac, Pigeon Blanc, la Buffe des Fraus, Mauron et Mohon, situés à moins de 10 km, ainsi que celles du parc de Lanouée. Le parc des Landes de Jugevent viendra ainsi s'ajouter à un paysage éolien déjà chargé et accentuera de façon significative la perception des éoliennes dans l'environnement, en particulier au niveau de l'horizon. Si la distance entre les différents parcs, le léger relief et la présence d'espaces boisés ou de bosquets

atténueront la fréquence et l'étendue de la covisibilité avec les parcs existants, l'implantation du parc projeté, par ses effets cumulés à ceux des éoliennes déjà construites, contribuera à la saturation visuelle du paysage par les éoliennes. 9. Par conséquent, le projet litigieux présente des inconvénients excessifs pour la protection des paysages et la commodité du voisinage qui ne sauraient être prévenus par des prescriptions spéciales. Ces motifs suffisent à justifier le rejet de la demande d'autorisation environnementale sollicitée par la société Parc Éolien des Landes de Jugevent. Dès lors, les autres moyens de la société requérante, critiquant les autres motifs de la décision attaquée, doivent, en tout état de cause, être écartés comme inopérants. 10. Il résulte de ce qui précède que la société Parc Éolien des Landes de Jugevent n'est pas fondée à demander l'annulation de l'arrêté du 29 mai 2019 par lequel le préfet du Morbihan a rejeté l'autorisation environnementale qu'elle a sollicitée ni à demander à ce que cette autorisation lui soit délivrée. Sur les frais liés au litige : 11. Les dispositions de l'article L. 761-1 du code de justice administrative font obstacle à ce que soit mise à la charge de l'État, qui n'est pas, dans la présente instance, la partie perdante, la somme que la société Parc Éolien des Landes de Jugevent demande au titre des frais exposés par elle à l'occasion du litige soumis au juge. DÉCIDE : Article 1er : La requête de la société Parc Éolien des Landes de Jugevent est rejetée. Article 2 : Le présent arrêt sera notifié à la société Parc Éolien des Landes de Jugevent et au ministre de la transition écologique. Copie en sera adressée, pour information, au préfet du Morbihan. Délibéré après l'audience du 3 juillet 2020, à laquelle siégeaient : - M. Célérier, président de chambre, - Mme Buffet, président-assesseur, - M. A..., premier conseiller. Lu en audience publique, le 17 juillet 2020. Le rapporteur, F.-X. A... Le président, T. Célérier Le greffier, C. Goy La République mande et ordonne au ministre de la transition écologique en ce qui le concerne, et à tous huissiers de justice à ce requis en ce qui concerne les voies de droit commun contre les parties privées, de pourvoir à l'exécution de la présente décision. 2No 19NT03272

Observation n°15

Déposée le 20 Décembre 2020 à 16:37

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur,

Ainsi que l'a relevé la MRAE, la présence de noctules et de pipistrelles a été relevée sur le site.

Or il résulte d'un communiqué de la SFPEM que ces espèces volent entre 30 et 50 mètres et sont les premières victimes des éoliennes.

Il s'avère qu'en l'espèce, les pales des éoliennes en projet descendront jusqu'à 33 mètres environ ($91,5 \text{ mètres} - 1/2 \text{ de } 117 = 58,5$), ce en quoi elles se situent dans la zone de danger.

Il est donc à craindre une mortalité très importante nonobstant bridages.

Je vous joins une évaluation de la mortalité potentielle après bridage, donnée sans doute par inadvertance par le promoteur sur le projet éolien NORDEX de THURAGEAU : elle peut atteindre jusqu'à un peu plus de 20% des contacts, ce qui est considérable et constitue une destruction d'espèces protégées.

Je vous joins également une coupure de presse relative au massacre des pipistrelles sur le site d'un des deux parcs éoliens d'ADRIERS dans la VIENNE (la préfecture a été obligée de prendre un arrêté drastique après installation du parc, arrêté contesté en justice par le promoteur qui invoquait le préjudice financier occasionné par la mesure..).

Il est donc clair que le présent parc aurait un impact significatif sur les chiroptères nonobstant les propos lénifiants du promoteur et de ses affidés.

Or il n'a pas été demandé de dérogation pour destruction d'espèces protégées et destruction d'habitats.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

3 documents joints.

Communiqué de presse



SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE
ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES

Mercredi 2 décembre 2020

Impacts éoliens sur les chauves-souris

Alerte sur les éoliennes à très faible garde au sol !

Depuis les années 2000, les publications scientifiques ont souligné la dangerosité des éoliennes pour les chauves-souris. On estime ainsi que chaque année en France, plusieurs dizaines de milliers de chauves-souris sont victimes des éoliennes.

La mortalité dépend du comportement des espèces, de leurs hauteurs de vols et des conditions météorologiques. Elle dépend aussi du gabarit des éoliennes, comme du contexte paysager. C'est pourquoi la SFPEM, comme EUROBATS, recommande depuis plusieurs années déjà de ne pas installer d'éoliennes en contexte forestier et bocager.

Jusqu'à présent, en Europe, seules les espèces susceptibles d'évoluer à haute altitude, à savoir les Noctules et les Pipistrelles, sont massivement tuées par les aérogénérateurs dont le bas de pales est généralement compris entre trente et cinquante mètres du sol et les espèces migratrices comme la Noctule commune sont menacées de disparition.

Ces effets négatifs de l'éolien, une énergie certes renouvelable, risquent encore de s'accroître pour les chauves-souris avec l'installation de machines qui présentent une faible, voire très faible « garde au sol ». Les pales de ces nouvelles machines descendent en dessous de trente mètres, et voire jusqu'à dix mètres du sol, avec des vitesses de rotation en bout de pale dépassant les 280 km/h.

Ce communiqué a pour objectif d'alerter l'ensemble des acteurs du développement éolien (ministère, services instructeurs, porteurs de projets, bureaux d'études...) sur **l'impact massif qui devrait concerner la quasi-totalité des cortèges de Chiroptères, quelle que soit leur hauteur de vol, si les garde-basses se développaient**. Des espèces comme le Grand murin, les Oreillards, les Rhinolophes ou la Barbastelle d'Europe, largement épargnées jusqu'ici par les collisions, pourront l'être lors de leurs déplacements nocturnes entre leurs territoires, de chasse, d'hibernation ou de reproduction. C'est d'autant plus navrant que depuis trois décennies, les efforts déployés lors des divers Plans Nationaux d'Actions Chiroptères avaient enfin permis de voir remonter les effectifs de ces espèces protégées.

Les mesures de régulation ne pourront être une solution crédible pour ces nouveaux aérogénérateurs car la sévérité des régulations nécessaires pour atteindre une quelconque efficacité environnementale obérerait le gain de puissance acquis par l'augmentation des diamètres des rotors. Ces nouvelles éoliennes **dont la garde au sol est inférieure à 30 m** devraient donc être interdites. Elles sont une aberration pour la biodiversité !



Noctule commune en vol © Ludovic Jouve

Vienne : les pipistrelles prennent leur revanche sur les éoliennes

Publié le 14/12/2019 à 06:26 | Mis à jour le 14/12/2019 à 10:49



Les pipistrelles sont les plus petites des chauves-souris européennes.

Photo NR

Le tribunal a confirmé la décision de la préfète limitant le fonctionnement d'un parc éolien, après la constatation d'une hécatombe chez ces chauves-souris.



ils sont intarissables sur l'innocuité de leurs aérogénérateurs lorsqu'il s'agit de décrocher les autorisations publiques, les promoteurs éoliens sont généralement beaucoup moins diserts sur le sujet une fois que leurs pales ont commencé à tourner.

Adriers, les dangers pour l'avifaune d'un parc de cinq éoliennes exploitées par Terre froides énergies ont pourtant fini par émouvoir jusqu'aux services préfectoraux : en un an, entre novembre 2015 et novembre 2016, 31 cadavres de chauves-souris, principalement des pipistrelles de deux types (espèces menacées) ont été ramassés au pied des générateurs.

La mortalité pourrait être du double, sans compter les autres espèces volantes présentes dans le secteur.

Les éoliennes contraintes de s'arrêter à certaines heures

Le 19 septembre 2017, la préfète a édicté de nouvelles prescriptions pour protéger la faune, notamment l'arrêt du fonctionnement à certaines heures et selon la météo et le vent.

Considérant que ces nouvelles mesures lui font perdre 2 % de sa production, alors que celle-ci est déjà déficitaire, l'exploitant a saisi le tribunal administratif de Poitiers, qui a confirmé la décision préfectorale.

Mesure de réduction n°2 : Régulation des éoliennes la nuit pendant les périodes d'activité de vol les plus à risque pour les chauves-souris

Impact prévisible : risque de mortalité des chauves-souris la nuit par collision avec les pales des éoliennes en fonctionnement ou par barotraumatisme.

Objectif : réduire le taux de mortalité des chauves-souris à un niveau non significatif.

Remarque : cette mesure est une mesure réductrice (arrêt des éoliennes limitant le risque de mortalité pour les chiroptères). Elle est aussi valable pour la préservation des oiseaux nocturnes qui pourraient voler et chasser à proximité des éoliennes la nuit, ainsi qu'en automne pour les migrateurs nocturnes. **La mesure est proposée pour 6 des 7 éoliennes (E2, E3, E4, E5, E6 et E7).**

Description de la mesure REDUC n°2 : Un protocole d'arrêt conditionnel des éoliennes la nuit sous certaines conditions est la seule méthode qui soit réellement efficace pour réduire significativement le taux de mortalité des chiroptères. Les chauves-souris représentent généralement un enjeu de conservation plus important que les oiseaux pour lesquels les risques et les taux de mortalité sont globalement plus faibles.

Les différentes données disponibles pour des parcs éoliens français indiquent des mortalités très variables en fonction des parcs : 6 à 26,7 chauves-souris/éoliennes/an pour le parc de Bouin en Vendée (Dulac, 2007) ; dans le sud du Rhône-Alpes les mortalités estimées sont de 79 chauves-souris/éoliennes/an pour le parc de La Répara et 44 chauves-souris/éoliennes/an pour le parc de Pouzin (Cornut & Vincent, 2010). Sur le parc éolien du Rochereau qui est le plus proche du projet, la mortalité estimée lors des 3 années de suivis post-implantation (2007-2010) était de 0,02 chauves-souris/éolienne/semaine.

En règle générale, l'activité des chauves-souris à hauteur de rotor est fortement conditionnée par la saison, l'heure de la nuit, la vitesse de vent, la température et les précipitations (Brinkmann & al., 2011) :

- **La saison :** arrêt des éoliennes la nuit de début avril à la fin octobre lorsque les chauves-souris sont actives et chassent le plus. Les éoliennes fonctionneront en continu, sans bridage la nuit le reste de l'année lorsque les chauves-souris sont en léthargie d'hibernation et ne volent quasiment pas.
- **La température et les précipitations :** La littérature indique une hausse importante de l'activité dans la plage de température allant de 10 à 25°C (Brinkmann & al, 2011). En limitant l'abondance des insectes, la température est le facteur qui semble avoir le plus d'influence sur l'activité de chasse des chiroptères, qui volent peu ou pas à des températures inférieures à 8°C. Les relevés d'activité sur la zone d'étude indiquent que peu ou pas de contacts ont été enregistrés en altitude pour des températures inférieures à 10 °C. Par ailleurs, l'activité des chauves-souris décroît en cas de pluies (le seuil de 0.2 mm/h sera retenu par défaut). **Le bridage sera activé les nuits sans précipitations pour des températures supérieures à 10°C.**
- En ce qui concerne **l'horaire de la nuit** et la **vitesse de vent**, le croisement de ces deux paramètres a révélé que seul un bridage sur une nuit complète permettait d'atteindre les 80% théoriques de contacts protégés, avec des vitesses de vent variables en fonction des saisons.

Sur le projet du Mirebalais, le protocole d'arrêt des éoliennes interviendra selon les paramètres présentés dans le tableau suivant :

Période	Horaires	Vitesse de vent	Températures et précipitations	% théorique de contacts préservés
Du 1 ^{er} avril au 30 juin	Toute nuit	≤ 4,5 m/s	> 10°C et les nuits sans précipitations	95,83%
Du 1 ^{er} juillet au 15 août	Toute nuit	≤ 6,5 m/s		79,67%
Du 15 août au 31 octobre	Toute nuit	≤		90,38%

Ce protocole pourra être amené à être modifié en fonction des résultats des suivis post-implantation de l'activité des chauves-souris (SUIV n°3) et de la mortalité (SUIV n°5).

La mesure est proposée pour les 6 éoliennes localisées à moins de 100 mètres d'un boisement (E2, E3, E4, E5, E6 et E7).

Par ailleurs, en complément du bridage il est important de mettre les éoliennes en drapeau et de ne pas les laisser tourner en roue libre. La mise en drapeau des pales pour des vitesses de vent inférieures à celle à partir de laquelle les éoliennes commencent à produire de l'électricité est une mesure peu coûteuse permettant de réduire efficacement une partie de la mortalité des chauves-souris. La mise en drapeau consiste à régler l'angle de la pale parallèlement à la direction du vent, de manière à ralentir voire arrêter la rotation des pales lorsque les vents sont trop faibles pour produire de l'électricité.

En complément de cette mesure, il faudra également veiller à ne pas installer de détecteur de mouvement sur l'éclairage extérieur des machines de manière à ne pas créer d'éclairage intempestif pouvant attirer des insectes et donc des chauves-souris.

Coût prévisionnel : perte de production. Des simulations tenant compte des différents paramètres de bridage seront nécessaire pour avoir une meilleure estimation du coût de la mesure.

Observation n°16

Déposée le 20 Décembre 2020 à 16:59

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Je vous adresse un document intéressant : il s'agit des relevés de suivi du parc éolien SERGIES du ROCHEREAU dans la VIENNE entre les années 2007 et 2010.

Ce parc est cité par le promoteur dans le cadre du présent dossier, sans doute comme un modèle de réussite.

Plusieurs espèces protégées sont communes aux deux parcs : outarde canepetière, busard Saint martin, oedicnème criard..

Force est de constater qu'en dépit des bridages et des précautions, le parc éolien a un impact sur ces espèces, même si la SERGIES qui est l'exploitant du parc, peine à le reconnaître.

Toute destruction d'espèces protégée et toute destruction d'habitat doivent faire l'objet d'une demande de dérogation.

Si ces résultats avaient été anticipés, la demande de dérogation aurait été un obstacle puisqu'elle n'avait pas été formulée.

En réalité la stratégie des promoteurs est toujours la même : nier tout impact, et renvoyer à un suivi postérieur à l'installation et en cas de d'arrêt de prescriptions complémentaires, le contester en justice..

Ainsi, les promoteurs s'exonèrent à bon compte de l'objectif zéro perte nette de biodiversité.

Ce relevé de suivi vous permettra également de noter la mortalité des chiroptères relevée sur les parcs éoliens en France : le parc du Rochereau fait exception compte tenu de sa situation en rase campagne, mais les taux de mortalité cités pour la France sont importants (de 33 à 79 cadavres par éolienne et par an).

Or les suivis des chiroptères ont des limites dont il est fait état (durée et fréquence insuffisante, taux de prédation important, accès difficiles...etc) si bien que la mortalité réelle est très nettement supérieure.

De même, les difficultés du suivi aviaire sont évoqués par les participants.

Pour résumer :

- les bureaux d'étude stipendiés par les promoteurs minimisent les impacts
- les promoteurs renvoient à des bridages sans produire les données brutes qui les justifieraient
- le suivi, d'ailleurs très succinct, est simplement tenu à disposition de l'inspection des installations classées, qui ne les réclame pas systématiquement
- lorsque l'on arrive à consulter les suivis, on s'aperçoit d'une mortalité et d'une perte d'habitats qui auraient justifié des demandes de dérogations
- quand la préfecture prend un arrêté de prescription complémentaire, il est contesté en justice.

Un avis défavorable s'impose de plus fort.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV



**Réunion entre la LPO, VIENNE NATURE,
SERGIES et les Services de l'Etat**

**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Rédacteur	Vérificateur	Diffusion
Elodie ARLAUD	Emmanuel JULIEN	Participants à la réunion

Participants :

- Guillaume CHALLET, LPO VIENNE
- Muriel CHEVRIER, DREAL
- Chantal CIUPA, CIUPA ENVIRONNEMENT
- Miguel GAILLED RAT, VIENNE NATURE
- Véronique GAUDUCHON, LPO VIENNE
- Michel GRANGER, LPO VIENNE
- Emmanuel JULIEN, SERGIES
- Hervé LECOMTE, SERGIES
- Ingrid MEMETEAU, PREFECTURE DE LA VIENNE
- Catherine MENARD, DREAL
- Xavier VIAMONTE, DREAL
- Thomas WILLIAMSON, LPO VIENNE

Sont excusés :

- Patrick DUVERGER, PREFECTURE DE LA VIENNE
- Emilie BOISTARD, CONSEIL GENERAL

L'objet de la réunion est de présenter les rapports finaux des 3 années de suivis ornithologique et chiroptérologique. Les rapports correspondants ont été adressés par courriel avant la réunion.

Emmanuel JULIEN remercie l'ensemble des participants de leur présence et rappelle l'ordre du jour de la réunion :

I. Bilan de la 3^{ème} année de fonctionnement du parc éolien – Hervé LECOMTE

II. Suivi chiroptérologique – Miguel GAILLED RAT

III. Suivi ornithologique – Thomas WILLIAMSON

IV. Questions diverses

I. BILAN DE LA 3^{ème} ANNEE DE FONCTIONNEMENT DU PARC EOLIEN

M. Hervé LECOMTE fait le bilan de la troisième année de fonctionnement du parc éolien, mis en service en mars 2008.

Il rappelle que le parc comprend 4 machines pour une puissance de 6,7 MW.

En 2010, la production a été de 14 GWh, ce qui représente environ la consommation de 7 000 habitants en électricité. L'année a été marquée par de faibles vents. Le gisement éolien de ces 3 dernières années est plus faible que celui relevé au moment des études.



**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Diffusion : Participants à la réunion

Aucun problème avec l'environnement n'a été constaté (voisinage, ...).

Toutefois, un problème technique est survenu en août dernier sur l'éolienne SR3. Suite aux orages constatés durant la nuit du samedi 21 au dimanche 22 août 2010, une batterie de l'armoire électrique d'une pale de l'éolienne SR3 a été touchée.

La réparation a nécessité la dépose de la pale. Ainsi, l'éolienne n'a pas fonctionné du 24 août au 20 septembre et refonctionne parfaitement depuis.

Dans un souci de synthèse, pour les deux points de l'ordre du jour suivants, il a été décidé, de ne rapporter que les conclusions émises par VIENNE NATURE et la LPO et les échanges autour de celles-ci (*en italique*).

II. SUIVI CHIROPTEROLOGIQUE

Le bilan est présenté par Miguel GAILLED RAT de VIENNE NATURE :

- ▶ Paysage formé de plaines céréalières : milieux peu attractifs pour les chiroptères
- ▶ 1 cadavre trouvé en 2010 ; 6 cadavres trouvés en 3 ans
- ▶ Mortalité estimée à 0,02 chauve-souris/éolienne/semaine
- ▶ Chiffres certainement sous-évalués
- ▶ Faible mortalité sur les chiroptères constatée sur 3 ans
- ▶ Mortalité en période de transit (barotraumatisme)

Mme CHEVRIER considère que même si la mortalité est faible, on ne peut en conclure à l'absence d'impact du parc éolien. Ainsi, dans un paysage a priori peu propice aux chiroptères, une mortalité peut tout de même être constatée, signe de l'utilisation de ces milieux, notamment lors des périodes de transit. Ceci tend à confirmer que chaque parc éolien est un cas particulier et il semble très délicat de généraliser les résultats des suivis biologiques, car fortement corrélés à un contexte singulier et complexe. Enfin, afin de tenir compte de l'évolution possible du statut de certaines espèces de chiroptères, il serait nécessaire de programmer un suivi régulier de la mortalité, afin d'envisager, le cas échéant, des restrictions de fonctionnement des machines aux périodes identifiées comme sensibles.

M. GAILLED RAT précise que, sur d'autres parcs éoliens en France, la mortalité peut atteindre 33 à 79 cadavres par machine et par an.

Mme CIUPA rappelle que, lors de l'étude d'impact, la zone n'avait pas été identifiée comme sensible d'un point de vue chiroptérologique.

III. SUIVI ORNITHOLOGIQUE

Thomas WILLIAMSON de la LPO Vienne présente les conclusions du suivi ornithologique.



► **PERIODE DE NIDIFICATION :**

Outarde canepetière : La question de l'effet du parc éolien sur l'espèce en période de reproduction reste posée.

Mme CIUPA, est surprise de la différence entre les faits constatés (augmentation du nombre de mâles) et la conclusion émise. Elle remarque que le rapport ne mentionne pas de « marges d'erreur ». Les discussions se font autour de chiffres très bas et non significatifs. De plus, compte tenu de la méthode (observations en voiture, à partir des chemins,... sur des oiseaux très difficiles à voir et se cachant dans les cultures), l'absence d'observation ne signifie pas absence d'oiseaux. Ainsi, il semble difficile de prouver un effet négatif.

M. GRANGER estime que la conclusion est claire mais qu'il ne faut pas s'en tenir au seul nombre de mâles pour apprécier la reproduction de l'espèce et qu'au final, seul le nombre de jeunes permet de juger du réel succès de cette reproduction.

Mme GAUDUCHON précise que la conclusion ne se veut pas plus négative que positive, mais que la question reste posée.

M. JULIEN propose la conclusion qu'il aurait faite à partir des mêmes données : « Malgré la présence des éoliennes, on constate une augmentation du nombre de mâles. L'apparente baisse du nombre de femelles et de jeunes peut être liée à la régression des surfaces de couverts favorables. Il n'est pas démontré d'impact négatif du parc éolien ».

Mme MENARD fait le constat que l'arrivée de nouveaux mâles dans le périmètre d'étude est cohérente avec l'augmentation des outardes en zones couvertes par les MAEt observée sur tout le Poitou-Charentes. Il semblerait cependant que les nouveaux mâles (+3) s'installent à plus de 1 000 m des machines. En accord avec les conclusions de la LPO, l'impact sur le choix des sites de nidification et d'alimentation des femelles ne peut en effet être démontré en raison de leur discrétion. Les effets sur le succès reproducteur resteraient encore à qualifier pour estimer l'impact du parc éolien sur la population d'Outardes.

Œdicnème criard : Si un effet lié à la régression des jachères existe probablement (dépendance aux jachères moins forte que pour l'Outarde canepetière), les éléments collectés suggèrent un impact négatif du parc éolien du ROCHEREAU sur le nombre de couples nicheurs d'Œdicnème criard.

Mme CIUPA constate que la distance minimale entre un couple d'œdicnème et une éolienne diminue fortement (140 m contre 790 m les années antérieures) alors que la conclusion suggère un impact négatif. M. GRANGER précise que le comportement de certains individus peut être différent de celui constaté pour l'ensemble d'une population. En l'occurrence dans le cas présent, le rapprochement aux éoliennes ne concerne qu'un seul couple et la population chute de 50 % dans la zone d'étude alors qu'à l'extérieur de la zone d'étude elle est stable.

Mme MENARD signale que l'effet constaté semble corroborer la bibliographie à savoir d'une part, l'effet repoussoir très important des machines puisque 50 % de la population disparaît de la zone d'étude alors qu'elle reste stable ailleurs dans le département, et



**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Diffusion : Participants à la réunion

d'autre part la capacité d'habituation de certains individus au dérangement, en particulier chez cette espèce.

M. JULIEN propose la conclusion qu'il aurait faite à partir des mêmes données : « Malgré une diminution du nombre de couples, proportionnelle à la régression des jachères, la présence d'un nid à 140 m des machines ne suggère pas d'impact négatif du parc ».

Busard Saint-Martin : Si l'on s'en tient à la seule période de suivi liée à l'étude (2007 – 2010), les résultats montrent une évolution négative du nombre de nids suite à l'implantation du parc éolien. Toutefois, celle-ci est remise en question si l'on se réfère aux années de suivi antérieures en notre possession. Ainsi, les éléments collectés ne suggèrent pas d'effet négatif sur le Busard Saint-Martin. Le principal facteur conditionnant la densité des busards est la disponibilité de leurs proies (campagnols). Cette contrainte majeure pourrait probablement masquer la réalité d'autres impacts négatifs influençant la dynamique de population de cette espèce, en les rendant difficiles à quantifier.

Busard Cendré : Les résultats mettent en évidence une évolution négative du nombre de nids suite à l'implantation du parc éolien, évolution très marquée chez le Busard cendré qui disparaît de la zone d'étude en 2009 et 2010. Si l'on s'en tient aux grandes lignes qui semblent se dégager, les éléments collectés suggèrent un impact négatif du parc sur le nombre et l'éloignement des nids (effet « effarouchement ») de Busard cendré.

Mme MENARD souligne l'effort de recherches des effets sur les années antérieures au protocole de suivi.

M. GRANGER précise que la différence d'impact sur les deux espèces est probablement liée à leur biologie : le Saint-Martin est sédentaire, le Cendré est migrateur (donc absent du site lors de la phase travaux). Ce dernier est probablement plus sensible aux modifications de milieu auquel il n'a pas le temps de s'habituer. A terme, peut-être que les effets seront identiques sur les 2 espèces.

Bruant Ortolan : L'absence de couples établis dans un rayon de 250 m autour des éoliennes n'autorise aucune conclusion sur l'effet ou l'absence d'effet du parc en deçà de cette distance. Au-delà de cette distance, les résultats ne permettent pas d'attribuer un effet négatif au parc éolien du ROCHEREAU sur le Bruant ortolan en période de nidification.

Mme CIUPA s'interroge sur la baisse des effectifs constatée seulement en 2009 sur la petite avifaune nicheuse. La LPO Vienne précise qu'elle n'a pas d'explication à ce phénomène notamment en raison du faible nombre de données collectées sur le sujet.

► **PERIODE POST-NUPTIALE**

Outarde canepetière : Les résultats suggèrent un effet négatif, *a minima* lors de la première année de fonctionnement du parc éolien, sur les pré-rassemblements d'Outarde canepetière.

M. JULIEN signale être en profond désaccord sur cette conclusion au regard des chiffres présentés (cf. p 71 du rapport). Pour lui, malgré la baisse des effectifs constatée en 2008 période des travaux de construction du parc, le nombre de places de chant et les effectifs



**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Diffusion : Participants à la réunion

maxi des pré-rassemblages ont doublé par rapport à l'historique. Il n'accepte pas la conclusion d'un impact négatif du parc « a minima la 1^{ère} année ».

Par ailleurs, il précise que dans le rapport provisoire établi par la LPO Vienne, les données antérieures au protocole de suivi étaient apparentes, et faisaient ressortir des chutes d'effectifs sur les pré-rassemblages d'Outarde, notamment en 2004 et 2005 où aucune Outarde n'avait été identifiée. Il regrette que ces données aient disparu du rapport définitif.

M. GRANGER et Mme GAUDUCHON, indiquent et réaffirment l'impossibilité de comparer les données antérieures et celles recueillies dans le cadre de l'étude. En effet, les méthodes employées alors étaient différentes de celles utilisées pour le suivi et donc non comparables. Ces suivis étaient réalisés par des personnes bénévoles et consistaient à contrôler des sites de rassemblement connus sans effectuer de recherches systématiques comme ce fut le cas dans le cadre du suivi du Rochereau. Ainsi, la LPO Vienne a pris la décision de supprimer les données antérieures pour éviter les « fausses » interprétations.

M. JULIEN exprime son mécontentement sur ce point. Pour lui, la LPO Vienne ne conclut que sur les effets négatifs et n'émet pas de conclusion sur les effets positifs.

M. GRANGER rappelle qu'il ne s'agit pas d'une espèce dont l'effectif possède un effectif national satisfaisant. Que le Poitou-Charentes a une responsabilité très importante pour l'outarde et que l'on se doit d'être extrêmement précautionneux dans l'interprétation et le traitement des données.

Mme GAUDUCHON précise que le principe de précaution qui doit prévaloir dans l'interprétation des données recueillies lors d'une étude, nous a obligé à une grande prudence dans l'interprétation du « 0 rassemblement » de l'année centrale, donnée qui est loin d'être anodine.

M. GRANGER souligne que les mesures compensatoires sont indéniablement favorables à l'espèce.

Pour Mme MENARD, la LPO Vienne utilise un principe de précaution justifié car basé sur une rigueur scientifique nécessaire dans la mesure où l'Outarde est une espèce protégée et gravement menacée pour laquelle la France a des engagements au plan européen, avec obligation de résultat.

Pour Mme CHEVRIER, les trois années d'étude ne sont pas suffisantes.

Mme CIUPA fait une remarque sur le sens de l'expression « a minima » qui peut être mal interprétée, alors que l'effet se renverse les années suivantes et que ce n'est pas précisé dans la conclusion de la LPO Vienne.

Edicnème criard : La taille du rassemblement postnuptial principal subit l'effet négatif, direct ou indirect, du parc éolien sur le nombre de couples nicheurs de la zone d'étude.



**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Diffusion : Participants à la réunion

De la même façon que pour l'Outarde canepetière, M. JULIEN signale que dans le rapport provisoire de la LPO Vienne, une tendance à la baisse était parfois mesurée (2003, 2005 et 2006), alors que le parc éolien n'était pas encore en service. Il regrette que ces informations ne soient plus indiquées dans le rapport final.

M. GRANGER indique que les méthodes de comptage utilisées à l'époque étaient les mêmes que pour l'Outarde. Il s'agissait antérieurement de recherches aléatoires alors que dans le cadre de ce suivi, les résultats du parc du Rochereau sont exhaustifs. Or, les résultats issus de protocoles de récoltes de données différents ne peuvent pas être comparés objectivement. Ces chiffres présentent un intérêt informatif, (la LPO Vienne a fait le choix de les présenter), mais ils ne permettent pas de tirer de conclusions scientifiques.

Mme GAUDUCHON, précise qu'il a été enlevé du rapport ces chiffres antérieurs et non comparables car, comme il est constaté ici même, leur interprétation peut prêter à confusion.

Busard Saint-Martin et cendré : La taille du dortoir principal subit l'effet négatif, direct ou indirect, du parc éolien sur le nombre de nids de Busard cendré de la zone d'étude. Il convient de s'interroger sur l'évolution future de ce dortoir, constatant que l'effectif de 2010 est encore en baisse malgré une meilleure année de reproduction d'une part et une augmentation de la surface des parcelles fréquentées d'autre part.

M. JULIEN considère que les données présentées montrent que l'assolement a un impact significatif sur le nombre de busards et qu'il est délicat d'imputer la baisse des effectifs du dortoir au parc éolien.

Mme GAUDUCHON revient sur les données de 2010 qui montrent la diminution des effectifs alors que les surfaces favorables ont augmenté.

► **SUIVI MORTALITE :**

Dans un souci d'objectivité, il est décidé de ne pas effectuer d'estimation de la mortalité et de borner les résultats du suivi aux seuls cas de découverte de cadavres réels.

Les forts taux de disparition naturelle des cadavres et l'impossibilité de prospecter 50 à 65 % des surfaces théoriques prévues en raison de la hauteur des cultures en place suggèrent une mortalité passée inaperçue, donc impossible à quantifier. L'intensification, sans résultat, des recherches en 2010 suggèrent une faible mortalité dont les limites passent par la faible fréquentation de l'espace aérien autour du parc par les oiseaux. Ce constat doit être entendu comme une tendance et non comme une conclusion, eu égard aux éléments d'imprécision évoqués.

M. JULIEN trouve que la conclusion est trop timide alors que la pression d'observation a été doublée en 2010, à la demande de la LPO Vienne. Le protocole de suivi s'applique à tous les parcs éoliens au niveau national et le problème d'accès aux parcelles n'est pas propre au Rochereau. La comparaison de la mortalité sur d'autres parcs permet de conclure que, avec 7 cadavres d'oiseaux constatés, la mortalité est faible. D'autre part aucune mortalité n'a été constatée sur les espèces emblématiques de la ZPS, ce qui n'est



**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Diffusion : Participants à la réunion

pas mis en avant dans la conclusion. Mme CIUPA, sur la méthode, précise que les tests ont été faits sur des poussins alors que les outardes, busards et œdicnèmes ont plutôt la taille de poulets, et qu'il est plus facile de les rater.

Mme MENARD confirme qu'il est difficile d'interpréter ces résultats. Le résultat des collisions est mathématiquement sous-estimé : la recherche des cadavres n'a pas eu lieu toute l'année, ne s'est pas déroulée sur l'ensemble de la surface potentielle de chute (difficultés d'accès), et la correction liée à la probabilité de disparition des cadavres varie énormément.

Mme CHEVRIER considère qu'il est difficile de conclure sur les chiffres communiqués.

► **SUIVI COMPORTEMENTAL :**

Comportement des oiseaux en vol :

En l'absence d'état initial, les résultats généraux obtenus dans le cadre du suivi hebdomadaire du comportement des oiseaux en vol ne permettent pas de tirer de conclusions

Comportement des espèces « phares » en vol

Concernant l'Outarde canepetière : les résultats suggèrent un effet « barrière » potentiel constitué par la ligne d'éoliennes, qu'il convient de prendre en considération comme un risque pouvant limiter l'implantation de l'espèce sur de nouveaux secteurs favorables.

Mme CIUPA s'étonne de cette conclusion. A partir du moment où les outardes et œdicnèmes traversent la ligne d'éoliennes, sur des durées d'observation aussi courtes et alors qu'elles n'ont rien « à faire » de l'autre côté, ceci suffit à prouver qu'il n'y a pas d'effet barrière. Elle précise que le terme « barrière », en particulier lorsque l'on parle d'ICPE, signifie bien que c'est infranchissable.

Concernant l'Œdicnème criard et le Bruant ortolan : les quelques données collectées ne peuvent conduire à une interprétation.

Concernant les Busards Saint-Martin et cendré : les résultats ne suggèrent pas d'effet « barrière » en ce qui concerne les déplacements en vol de ces espèces. De plus, aucune différence comportementale n'est notée entre les deux espèces, si ce n'est une fréquence de franchissement de la ligne d'éoliennes plus élevée pour le Saint-Martin, résultat proportionnel au nombre de nids dans les environs.

IV. QUESTIONS DIVERSES

- Mme CIUPA souligne l'importance des résultats de cette étude pour le développement des parcs éoliens.



**Rapport final
des suivis ornithologique et chiroptérologique
du parc éolien du ROCHEREAU 2007 - 2010**

**Compte-rendu
de la réunion du
1^{er}/04/2011**

Diffusion : Participants à la réunion

- M. GRANGER précise que cette étude ne vaut que pour le Rochereau. Il s'agit de l'analyse du Parc du Rochereau et les conclusions ne peuvent pas être utilisées pour un autre parc. Cela ne handicape ni ne favorise l'avenir.
- Mme MENARD souligne que l'impact sur les oiseaux hivernants et certains migrateurs n'a pas été évalué. L'impact global sur l'avifaune doit donc être considéré de fait comme sous-estimé.
- Mme CHEVRIER considère que ces résultats sont propres au site du Rochereau et ne sont pas transposables à d'autres projets.
- Pour Mme MENARD, malgré l'intérêt des mesures compensatoires, elle constate qu'elles ne compensent pas l'impact du parc éolien sur l'avifaune, puisqu'un impact négatif résiduel est constaté.
- Concernant le « porté à connaissance » de ces études, M. JULIEN confirme la volonté de transparence déjà annoncée l'an dernier par SERGIES. Mais compte tenu des vifs débats au cours de cette réunion sur l'interprétation des chiffres, il ne souhaite pas le diffuser immédiatement car il craint que l'usage qui en serait fait ne soit pas du tout objectif. A minima, il propose que la publication de ces études soit associée à la publication du compte rendu de la réunion.
- M. VIAMONTE remercie les auteurs pour la qualité des exposés. Il pondère certaines conclusions, notamment celle concernant l'impact négatif du parc sur les rassemblements d'outardes. Il s'interroge sur la poursuite des études de suivi.
- M. JULIEN signale que l'engagement d'une durée de 3 ans pour le suivi avifaune a été honoré par SERGIES. Il n'a pas prévu de poursuivre, en tant que Maître d'ouvrage, les observations mais il est disposé à accompagner, même financièrement, les études scientifiques qui pourraient être engagées.
- Mme MENARD précise qu'à ce jour, il n'est pas envisagé que l'Etat finance des études complémentaires sur ce site.
- Mme GAUDUCHON indique que l'Outarde canepetière continuera à être étudiée à l'échelle départementale et non sur le site spécifiquement.
- Personne ne demandant plus la parole, M. JULIEN remercie l'ensemble des personnes pour leur participation.

Observation n°17

Déposée le 20 Décembre 2020 à 17:13

Par KAWALA Catherine

1 les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur,

Je m'oppose à ce projet qui va contribuer à défigurer encore un peu plus ce malheureux département déjà si impacté par cette invasion que l'on peut comparer à un viol.

Partout en France, je vois des promoteurs éoliens tenter d'installer leurs machines sur des sites patrimoniaux ou naturels emblématiques, sur des lieux de mémoire, dans des paysages remarquables, au sein de zones Natura 2000 ou de zones humides, à proximité immédiate des habitations qu'elles encerclent... Rien n'arrête cette frénésie et ce mépris du beau, du sacré, du paisible..

Malheureusement, certains élus dépourvus de hauteur de vue, et soucieux simplement d'équilibrer la baisse de la dotation globale de fonctionnement, sont prêts à accepter des installations nuisibles pour la population, le patrimoine, les paysages et la biodiversité, pourvu qu'elles leur apportent quelques milliers d'euros tirés de la poche des citoyens (taxes sur les carburants et l'électricité) et qui leur serviront à étancher leur soif dépensière.

Votre jugement est libre et il vous est possible d'enrayer ce énième projet si vous pensez à ce que deviendra ce territoire.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués

Catherine KAWALA

Observation n°18

Déposée le 20 Décembre 2020 à 17:54

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Je vous adresse une contribution ainsi que des pièces sur le thème du raccordement au poste source.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

9 documents joints.



A : Monsieur le commissaire enquêteur

Objet : enquête publique parc éolien de ROM 79

Monsieur le commissaire enquêteur,

L'étude d'impact produite par le promoteur est insuffisante.

En effet, elle ne traite pas sérieusement de la question du raccordement au poste source, qui doit être examinée sous l'angle des nuisances aux intérêts protégés par l'article L511-1 du code de l'environnement.

Généralement, les promoteurs invoquent le fait qu'en l'état du dossier, le tracé du raccordement n'est pas connu, mais en réalité, ils disposent toujours d'une ou plusieurs solutions de trajet, dont il leur appartient d'étudier véritablement les conséquences environnementales (étant tenus de se procurer la maîtrise foncière sur le tracé lorsqu'elle ne dépend pas du domaine public, on imagine que la prospection foncière a bien eu lieu pour les propriétés privées du dépendant du domaine privé des communes).

En effet, on ne voit pas un promoteur engager plusieurs dizaines de millions d'euros, sans s'être renseigné au préalable sur le ou les tracés potentiels du raccordement.

Le schéma d'un projet éolien fourni par la FEE montre que ce tracé est étudié bien en amont, même si le gestionnaire du réseau ne finalisera qu'après autorisation environnementale.

En l'espèce, l'étude d'impact est muette sur cette question, et se contente de renvoyer au choix d'ENEDIS postérieurement à l'autorisation environnementale, et en évoquant un possible raccordement au poste d'ANCHE VOULON distant de 13 kilomètres.

La question des incidences environnementales de la ligne enfouie sur plusieurs kilomètres en direction du poste source n'est pas anodine.

On a vu qu'à NOZAY, cette ligne était suspectée d'occasionner les graves désordres subis par la population et les animaux. Une plainte pénale est déposée pour abstention d'agir.

Le même problème vient d'être mis en avant à ECHAUFFOUR où un élevage équin est perturbé par les courants vagabonds émanant sans doute du parc de VOLTALIA (déjà en cause pour de graves problèmes acoustiques).

De nombreux autres cas sont documentés en France (cf site internet des Eleveurs sous tension) et des plaintes ont été déposées.

Il est donc nécessaire d'effectuer une réelle étude d'incidences à partir d'une ou plusieurs hypothèses de tracé de raccordement en identifiant :

- la proximité d'élevages et d'habitations,
- la proximité de zones de protection
- la durée de la perturbation de la circulation pour la réalisation des travaux d'enfouissement
- la proximité d'autres réseaux auxquels viendraient s'ajouter la ligne enfouie. Il est à noter que les câbles souterrains occasionnent : - un phénomène d'échauffement des câbles enfouis ce qui est susceptible d'avoir une incidence sur le fonctionnement des autres réseaux circulant dans le voisinage ; - des champs magnétiques occasionnant un phénomène d'induction à l'égard des autres conducteurs .
- la proximité d'autres câbles de 20.000 volts enfouis dont les effets seraient cumulés
- la nature des sols, de la présence de cavités ou réseaux souterrains afin de vérifier l'éventualité d'une propagation des courants vagabonds (cette éventualité est désormais admise par les autorités).

Or en l'espèce, le pétitionnaire n'a rien fait de tout cela et croit pouvoir renvoyer à l'après autorisation et prétend, mais sans l'affirmer avec certitude que le tracé suivrait les voies de circulation.

C'est là reconnaître l'absence d'étude d'impact sur le raccordement, nonobstant les propos lénifiants d'ordre général cherchant à rassurer : il ne suffit pas d'affirmer que toutes les précautions seront prises, encore faut il déterminer précisément l'état initial afin d'évaluer les impacts et les mesures ERC à mettre en œuvre.

Il est rappelé que le but recherché par le législateur était d'évaluer globalement les impacts du parc et d'éviter le saucissonnage du projet : **en effet, à défaut de réalisation de l'étude d'impact sur le raccordement lors de la présentation du dossier, ELLE NE SERA JAMAIS FAITE ULTERIEUREMENT NI SOUMISE A ENQUETE PUBLIQUE, puisqu'il n'existe pas d'autre autorisation à obtenir sur laquelle elles pourraient se greffer (le projet est dispensé d'autorisation au titre du code de l'énergie).**

Le promoteur ne peut se plaindre de cette situation, car en réalité, il n'a pas daigné attendre la confirmation d'un tracé de raccordement avant de présenter son projet.

Le but était de déposer le plus vite possible une demande d'autorisation même incomplète afin de prendre date et de profiter ainsi du meilleur tarif de rachat, dans l'optique où celui-ci diminuerait.

* * * * *

Il convient ici de rappeler les dispositions légales régissant le raccordement.

Aux termes de l'article L 181-1 in fine du code de l'environnement, c'est bien le projet **COMPLET** qui doit être soumis à étude d'impact :

« L'autorisation environnementale inclut les équipements, installations et activités figurant dans le projet du pétitionnaire que leur connexité rend nécessaires à ces activités, installations ouvrages et travaux, ou dont la proximité est de nature à en modifier notablement les dangers ou inconvénients ».

L'article L 122-1 III 5° du code de l'environnement est encore plus explicite :

« Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité ».

Le fait que les travaux de raccordement soient du ressort d'ENEDIS est indifférent, le texte précédent vise bien la multiplicité de maîtres d'ouvrages.

Il est donc indifférent que le raccordement soit réalisé après l'autorisation environnementale par le gestionnaire du réseau, ce qui compte c'est l'appréciation globale des effets du projet dont le raccordement au poste source fait partie et constitue un élément essentiel et indispensable.

Je joins en pièce annexe le GUIDE réalisé par le ministère de l'environnement en 2016, qui explique très bien la notion de projet et expose clairement que le but recherché par le législateur est d'éviter le saucissonnage du projet et la volonté de favoriser l'étude globale des incidences environnementales (voir pages 14,17 à 21).

Les services de la préfecture de la VIENNE appliquent ce texte de l'article L 122-1 III 5°, ainsi que vous pourrez le constater à la lecture d'un relevé d'insuffisances donné sur le projet de parc éolien des GRANDS BUISSONS à JOURNET près de MONTMORILLON.

L'autorité environnementale (MRAE) de Nouvelle Aquitaine, ne cesse en effet de clamer que l'étude d'impact doit englober l'étude du raccordement externe (voir entre autres, décisions MRAE NOUVELLE AQUITAINE : 2018APNA137 ;2018APNA190 ;2019APNA88..etc).

Un promoteur éolien bien connu, la société RES, l'a reconnu expressément dans son étude d'impact sur le projet de parc éolien de SAINT SAUVANT (La Croix de l'Erable) dans la VIENNE, étant précisé que les pièces de ce projet sont toujours consultables en ligne sur le site de la préfecture.

En effet, il note en page 292 :

« L'article L181-1 du code de l'environnement inclut les équipements, installations et activités figurant dans le projet du pétitionnaire que leur connexité rend nécessaires à ces activités, installations, ouvrages et travaux, ou dont la proximité est de nature à en modifier notablement les dangers ou inconvénients.

« Les installations liées au raccordement électrique aux réseaux publics étant nécessaires à l'évacuation de l'électricité produite par les éoliennes, il est légitime de considérer que l'autorisation environnementale du projet...devra prendre en compte l'impact de ce projet ».

Ce promoteur ne saurait être plus clair !!!

De même, le promoteur VOLTALIA l'a reconnu sur la demande d'autorisation du parc éolien des GRANDS BUISSONS à JOURNET dans la VIENNE(document consultable en ligne sur le site préfectoral).

Dès lors, rien ne pouvait faire échapper le pétitionnaire à la nécessité de produire une étude d'impact complète et sérieuse étudiant les impacts environnementaux du projet dans sa globalité, raccordement externe compris.

De surcroît, le pétitionnaire ne démontre pas avec certitude que le raccordement serait possible au poste source de ANCHE VOULON , si bien que son projet éolien (rappelons que le projet inclut le raccordement) est INCOMPLET : c'est comme s'il avait présenté une demande d'autorisation environnementale sans indiquer où il construirait avec certitude ses éoliennes, ce qui serait irrecevable.

Ne pas étudier l'impact environnemental du raccordement au poste source, c'est prendre un risque considérable en cas de problème (cf la problématique de santé humaine et animale précitée).

Dès lors toute autorité qui autoriserait un parc éolien, en le dispensant de facto de toute étude environnementale sur la question du raccordement, engagerait sa responsabilité pénale en cas de difficulté similaire.

Dès lors, s'agissant du présent projet, vous ne pourrez que constater :

- L'absence d'étude d'impact englobant le raccordement au poste source
- L'absence de justification d'une possibilité certaine de raccordement
- L'absence de toute possibilité ultérieure de procéder à l'étude des impacts environnementaux du raccordement, à défaut de procédure d'autorisation administrative postérieure sur laquelle elle pourrait se greffer : en effet pour compléter ultérieurement une étude d'impact, il faudrait une autre procédure d'autorisation dans le cadre duquel elle pourrait être réalisée. Or désormais, les parcs éoliens de cette importance sont dispensés de l'autorisation au titre du code de l'énergie, et de toute autre autorisation. Il n'y a donc plus d'occasion de compléter l'étude d'impact ni de la soumettre à enquête publique.

Dans ces conditions, je vous invite à rendre un rapport défavorable à ce projet hors la loi.

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la F.A.E.V.

Adresse postale : 1, les Hermitières 86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Téléphone : 06.69.95.05.46

Mail : patrick.kawala123@orange.fr



PRÉFÈTE DE LA VIENNE

PREFECTURE DE LA VIENNE
SECRETARIAT GENERAL
DIRECTION DE LA COORDINATION
DES POLITIQUES PUBLIQUES
ET DE L'APPUI TERRITORIAL
Bureau de l'Environnement
Affaire suivie par : Catherine CALLOT
Téléphone: 05 49 55 71 21
Mail : catherine.callot@vienne.gouv.fr

La préfète de la Vienne

à
Monsieur le Président
SAS PARC EOLIEN
DES GRANDS BUISSONS
84 boulevard de Sébastopol
75 003 PARIS

Poitiers, le 6 juin 2019

1A 158 028 2083.1.

Courrier envoyé en recommandé avec AR

OBJET: Demande d'autorisation environnementale- Demande de compléments (régularité)-
Projet de Parc Eolien des Grands Buissons sur la commune de Journet (86 290).

P J: Relevé des insuffisances.

Vous avez déposé le 7 mars 2019 en préfecture un dossier de demande d'autorisation environnementale concernant le projet d'installation et d'exploitation du Parc éolien des Grands Buissons comprenant 6 éoliennes et 2 postes de livraison, sur la commune de Journet, pour lequel un accusé de réception (AR) vous a été délivré le 8 mars 2019.

Après examen par mes services, il ressort que votre dossier est irrégulier et ne comporte pas les éléments suffisants pour en poursuivre l'instruction. En conséquence et en application de l'article R. 181-16 du code de l'environnement, je vous invite à le régulariser par la fourniture des compléments dont vous trouverez la liste détaillée en annexe 1.

Par ailleurs, votre dossier appelle de ma part les observations figurant en annexe II.

Je vous rappelle qu'en application de l'article R.181-17 du code de l'environnement la durée de la phase d'examen de votre dossier est de 5 mois à compter de l'AR susvisé.

Je vous précise que le délai d'examen de votre dossier est suspendu à compter de la date figurant sur le présent courrier jusqu'à la réception de la totalité des compléments listés en annexe I, conformément aux dispositions de l'article R.181-16 du code de l'environnement et de l'article L.114-5-1 du code des relations entre le public et l'administration.

Vous voudrez bien me transmettre ces éléments dans un délai de 4 mois à compter de la réception du présent courrier. Passé ce délai, ou dans l'hypothèse où les compléments fournis seraient toujours insuffisants, votre demande d'autorisation environnementale sera rejetée conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

Pour la préfète et par délégation,
Le secrétaire général,


Emile SOUMBO

Copie à:
DREAL NA Ubd 16-86

ANNEXE I : Relevé des insuffisances

La régularisation des insuffisances relevées ci-dessous est indispensable à l'administration pour la poursuite de l'instruction : il convient de répondre de façon exhaustive au présent relevé et de modifier la totalité du dossier de demande d'autorisation d'exploiter, en veillant à sa cohérence d'ensemble.

Dans un souci d'efficacité de traitement, il est vivement recommandé, en complément du dossier de demande amendé, de fournir une synthèse séparée récapitulante, pour chaque observation, les pages où des réponses et des modifications ont été apportées.

1) PARTIE CODE DE L'ENVIRONNEMENT

pièce 7 "Accords et avis"

remise en état :

La parcelle suivante ne fait pas l'objet d'un avis : D 359.

maîtrise foncière :

La parcelle suivante ne fait pas l'objet d'un mandat écrit du propriétaire donnant son accord en faveur du demandeur : D 359.

pièce 4.1 "Etude d'impact"

Au titre du III-5° de l'article L. 122-1 du code de l'environnement, il y a lieu de décrire les travaux nécessaires au raccordement électrique du parc éolien au poste-source envisagé, d'analyser les potentiels impacts et de proposer, le cas échéant, des mesures adaptées : l'étude d'impact est à compléter.

volet faune / flore

état initial :

Il convient de réaliser une cartographie des habitats des espèces protégées. Ainsi, la carte p. 74 de localisation des individus doit par exemple être déclinée en habitats de reproduction et de repos des espèces protégées, classées par cortège ou en fonction des enjeux (état de conservation, responsabilité de la France et de la Région, sensibilité à l'éolien, etc).

Ce type de cartographie doit être repris dans la partie dédiée aux impacts du projet en y incluant la localisation des éoliennes, des plateformes de montage, des accès créés ou élargis ainsi que des postes de livraison.

impacts :

Il est mentionné en p. 183 l'arrachage de 138 ml de haies, qu'il convient de qualifier plus précisément en tant qu'habitat de reproduction / repos d'espèces protégées, notamment pour les reptiles, amphibiens, chiroptères et oiseaux. Par exemple, seuls les enjeux liés au transit des amphibiens ont été identifiés, sans que ceux liés à l'hivernage ne soient mentionnés. Or, la destruction de tout individu de ces espèces protégées, ainsi que leur habitat de repos (et de reproduction), est interdite. Ce point doit être approfondi, notamment en ce qui concerne les amphibiens et les reptiles, au regard du fort enjeu pour ces espèces dans ce secteur relativement humide et bien pourvu en milieux de reproduction favorables.

L'affirmation en p. 214 selon laquelle aucun arbre de haut jet ne sera détruit est contredite par les photos présentées aux p. 182 et 183. L'analyse concernant la destruction potentielle de gîtes arboricoles pour les chiroptères doit donc être reprise.



Commissariat général au développement durable

Évaluation environnementale

Guide d'interprétation de la réforme
du 3 août 2016

AOÛT 2017

sommaire

Évaluation environnementale

Guide de la réforme du 3 août 2016

5 - Introduction

9 - Partie 1 : Principales modifications apportées par la réforme du 3 août 2016

16 - Partie 2 : Fiches thématiques

- Fiche n°1 : La notion de « projet » dans l'ordonnance du 3 août 2016
- Fiche n°2 : Évaluation environnementale et autorisation des projets
- Fiche n°3 : Actualisation et modification du projet

36 – Annexe : Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

Document édité par :

Le Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Remerciements : Les auteurs tiennent à remercier pour leurs contributions, relectures attentives ou suggestions : Philippe Rogier (Sous-directeur), Valéry Lemaitre, Fabien Benoit, Sophie Robin et Tristan Bataille du bureau des projets, plans et programmes du CGDD ainsi que Benjamin Thywissen et Pierre Floras de la direction des affaires juridiques.

contributeurs

MFF

**Marie-Françoise
Facon**

Cheffe de bureau de
l'évaluation environnementale

DC

David Catot

Adjoint à la cheffe de bureau de
l'évaluation environnementale

AL

Arthur Leblanc

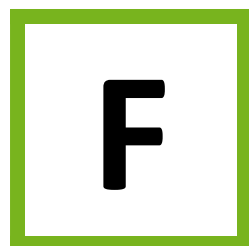
Chargé de mission au bureau
de l'évaluation
environnementale

BR

Benoît Rodrigues

Chargé de mission au bureau
de l'évaluation
environnementale

avant-propos



Faisant suite aux travaux relatifs à la modernisation du droit de l'environnement, l'ordonnance relative à l'évaluation environnementale du 3 août 2016 poursuit trois objectifs principaux :

- Simplifier et clarifier la procédure applicable à l'évaluation environnementale ;
- Transposer la directive 2011/92/UE récemment modifiée ;
- Assurer une meilleure articulation entre le droit national et le droit de l'Union européenne.

Le présent guide a pour vocation d'éclairer l'ensemble des acteurs concernés par l'évaluation environnementale (services de l'État, porteurs de projets, bureaux d'étude...) sur les principales nouveautés introduites par la réforme, ainsi que d'apporter des réponses sur plusieurs points particuliers à travers des fiches thématiques dédiées. Il est appelé à être actualisé et enrichi.

Laurence Monnoyer-Smith
COMMISSAIRE GÉNÉRALE AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Introduction

Depuis la loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature qui, pour la première fois, inscrit en droit français la nécessité d'une étude d'impact, le droit de l'évaluation environnementale a été profondément modifié par la loi du 12 juillet 2010 qui introduit notamment un examen « au cas par cas des projets » afin de mieux transposer le droit européen. L'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 parachève l'évolution initiée par la loi de 2010 et transpose la directive 2014/52/UE (*voir l'encadré page 8 sur le contexte historique*).

Concernant les plans et programmes, l'ordonnance du 3 août 2016 et son décret d'application n° 2016-1110 du 11 août 2016 parachèvent la nécessaire évolution du droit national au regard des exigences de la directive 2001/42/CE par :

- une extension du nombre de plans et programmes relevant du champ de l'évaluation environnementale ;
- l'introduction d'une disposition permettant au ministre chargé de l'environnement, de sa propre initiative ou sur demande de l'autorité responsable de l'élaboration du plan ou programme, de déterminer si un plan ne figurant pas sur la liste définie à l'article R. 122-17 du code de l'environnement relève du champ de l'évaluation environnementale obligatoire ou d'un examen au cas par cas (3° de l'article L. 122-5 et III de l'article R. 122-17 du code de l'environnement).

Concernant les projets, l'ordonnance du 3 août 2016 et son décret d'application du 11 août 2016 transposent la directive 2014/52/UE¹ du 16 avril 2014 : l'examen au cas par cas est renforcé, la durée de participation du public est de 30 jours minimum, le contenu de l'autorisation est précisé, etc).

Ces textes reprennent en outre les propositions du rapport Vernier « Moderniser l'évaluation environnementale » remis en mars 2015 dans le cadre des réflexions menées sur la modernisation du droit de l'environnement.

Les principales modifications sont résumées ci-après.

¹ Directive 2014/52/UE du 16 avril 2014 modifiant la directive 2011/92/UE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement

L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE EST DÉFINIE COMME UN PROCESSUS

Le III de l'article L. 122-1 du code de l'environnement précise que l'évaluation environnementale est un processus constitué par :

- la réalisation d'une **étude d'impact** par le maître d'ouvrage : son objet est de permettre à celui-ci d'élaborer un projet tout en évaluant en parallèle ses effets sur l'environnement afin de les éviter, de réduire ceux qui n'ont pu être suffisamment évités et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. À cette fin, la réalisation de l'évaluation environnementale doit commencer dès la conception du projet et constitue un instrument destiné à améliorer la qualité du projet et son insertion dans l'environnement.

- « **L'examen, par l'autorité compétente pour autoriser le projet, de l'ensemble des informations présentées dans l'étude d'impact et reçues dans le cadre des consultations effectuées et du maître d'ouvrage** »². Il s'agit d'un élément déterminant du processus d'évaluation. En effet, l'évaluation environnementale a pour objet de permettre à l'autorité compétente pour autoriser le projet de prendre une décision éclairée quant aux conséquences du projet sur l'environnement et la santé humaine ;

- les **consultations** de l'autorité environnementale³, des collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que du public qui éclairent le maître d'ouvrage, le public et l'autorité compétente pour prendre la décision ;

- les **mesures d'évitement, de réduction et de compensation** proposées par le maître d'ouvrage dans l'étude d'impact. La réalisation de l'étude d'impact, dont le contenu est renforcé (article R. 122-5 du code de l'environnement), relève en effet de la responsabilité du maître d'ouvrage qui doit proposer les mesures adéquates pour éviter, réduire voire compenser les impacts de son projet sur l'environnement. L'étude d'impact doit être établie par des experts compétents (VII de l'article R. 122-5) ;

- une **décision d'autorisation** du projet répondant aux conditions définies à l'article L.122-1-1 du code de l'environnement⁴. Ainsi l'autorité compétente pour délivrer cette décision prescrit, sur la base des propositions du maître d'ouvrage et des avis recueillis, « *les mesures d'évitement, réduction et/ou compensation que devra respecter le maître d'ouvrage* » et précise les modalités du suivi des incidences du projet sur l'environnement et la santé humaine. Le II de ce même article règle le cas des projets ne faisant pas l'objet d'une autorisation respectant ces conditions.

LES INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT SONT ANALYSÉES LE PLUS EN AMONT POSSIBLE

L'article L. 122-1-1 précise que les incidences sur l'environnement du projet sont appréciées, en cas de pluralité d'autorisations, lors de la délivrance de la première autorisation. Les conditions d'actualisation de l'étude d'impact sont définies lorsque les incidences du projet n'ont pu être complètement identifiées ou appréciées au stade de celle-ci. En cas de doute quant à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, le maître d'ouvrage peut consulter pour avis l'autorité environnementale.

² Article L. 122-1, III du code de l'environnement

³ Articles L. 122-1, R. 122-6 et R. 122-7 du code de l'environnement

⁴ cf. les articles 8, 8 bis, 9 de la directive 2011/92/UE modifiée par la directive 2014/52/UE

LA NOMENCLATURE EST REVUE, L'ENTRÉE PAR PROJET EST PRIVILÉGIÉE

La nomenclature annexée à l'article R. 122-2 a été modifiée et privilégie une entrée par « projet » et non par « nature d'autorisation ». La notion de « programme de travaux » a été supprimée et la notion de « projet » précisée.

Outre ces principaux changements introduits par l'ordonnance, le contenu de l'étude d'impact fait l'objet de quelques modifications, notamment au regard de la prise en compte des risques.

Par ailleurs, il est précisé que, dans le cas particulier où un projet est dispensé d'évaluation environnementale à la suite d'un examen au cas par cas, il incombe à l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation de vérifier que le projet, objet du dépôt de la demande d'autorisation, correspond aux caractéristiques et mesures qui ont justifié de ne pas soumettre celui-ci à une évaluation environnementale (V de l'article R. 122-3 du code de l'environnement).

Ces modifications issues de l'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016 et du décret du 11 août 2016 sont précisées et développées dans l'annexe jointe au présent guide.

L'ENTRÉE EN VIGUEUR DES NOUVELLES DISPOSITIONS S'OPÈRE EN TROIS PHASES

Concernant les projets, le nouveau régime juridique issu de l'ordonnance s'applique :

- lorsqu'ils relèvent d'un examen au cas par cas, à ceux pour lesquels la demande d'examen a été déposée à compter du 1^{er} janvier 2017 ;
- lorsqu'ils sont soumis à évaluation environnementale systématique, à ceux pour lesquels la première demande d'autorisation a été déposée à compter du 16 mai 2017.

Toutefois, pour les projets pour lesquels l'autorité compétente est le maître d'ouvrage, ces dispositions s'appliquent aux projets dont l'enquête publique est ouverte à compter du premier jour du sixième mois suivant la publication de l'ordonnance, soit le 1^{er} février 2017.

Concernant les plans et programmes, l'ordonnance s'applique à ceux dont l'arrêté d'ouverture et d'organisation de l'enquête publique ou l'avis sur la mise à disposition du public est publié après le premier jour du mois suivant la publication de l'ordonnance, soit le 1^{er} septembre 2016.

*Ce guide s'adresse aux agents des services de l'État amenés à appliquer cette réforme, aux porteurs de projet, personnels techniques, bureaux d'étude ou toute autre personne désireuse de mieux appréhender cette évolution législative. Il présente dans un premier temps les principales modifications introduites par l'ordonnance du 3 août 2016 et son décret d'application du 11 août 2016 (**Partie 1**) avant d'aborder plus précisément dans trois fiches thématiques (**Partie 2**) la notion de projet (**fiche n°1**), l'articulation de l'évaluation environnementale et des régimes d'autorisations (**fiche n°2**) l'actualisation de l'étude d'impact et les questions liées à l'extension ou à la modification des projets (**fiche n°3**).*

Encadré - Contexte historique de la réforme

C'est la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature qui, pour la première fois, inscrit en droit français la nécessité d'une étude préalable (étude d'impact) permettant d'apprécier les conséquences sur l'environnement de la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à celui-ci.

Si la France a été ainsi l'une des premières en Europe à introduire la nécessité de faire une évaluation environnementale préalable à l'autorisation d'un projet susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement, cette idée a ensuite émergé au niveau européen avec la publication de deux directives : la directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985⁵ concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement et la directive 2001/42/CE du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement.

Suite à la publication de ces directives, le droit issu de la loi de 1976 a été remanié notamment en 2010⁶ par :

- l'introduction en droit national, pour certains projets, d'un examen « au cas par cas » ;
- l'introduction d'une liste des projets relevant du champ de l'évaluation environnementale ;
- l'établissement d'un lien entre « évaluation environnementale » et « enquête publique » en prévoyant que l'enquête publique est la procédure de participation du public de droit commun pour les projets faisant l'objet d'une étude d'impact.

Ces modifications importantes, notamment l'introduction d'un examen au cas par cas en remplacement d'un système antérieur uniquement fondé sur des seuils, s'inscrivent dans l'objectif de mieux transposer le droit de l'Union.

La directive n° 2001/42/CE du 27 juin 2001 a, quant à elle, été transposée initialement par l'ordonnance n° 2004-489 du 3 juin 2004 à la fois dans le code de l'environnement et dans le code de l'urbanisme. La nécessité de tirer les conséquences de l'arrêt de la Cour de Justice de l'Union européenne du 20 octobre 2011 *Seaport* (C-474/10) a conduit à la modification des règles applicables à l'autorité environnementale (décret n° 2016-519 du 28 avril 2016 portant réforme de l'autorité environnementale).

⁵ Consolidée à droit constant en 2011 (directive n° 2011/92/UE du 13 décembre 2011) puis modifiée par la directive 2014/52/UE

⁶ Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 (article 230) et décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements

Partie 1

Principales modifications apportées par la réforme du 3 août 2016



Les principales modifications apportées par l'ordonnance du 3 août 2016 et son décret d'application du 11 août 2016 sont décrites ci-après. Des fiches techniques (Partie 2) complètent cette présentation.

L'INTRODUCTION DES DÉFINITIONS ISSUES DES DIRECTIVES

Les définitions figurant dans la directive 2014/52/UE (directive « projets ») et dans la directive 2001/42/CE (« plans et programmes ») ont été reprises à l'article L. 122-1 du code de l'environnement pour les projets et à l'article L. 122-4 du même code pour les plans et programmes. La transposition de la définition de l'« **évaluation des incidences sur l'environnement** » figurant à l'article premier de la directive du 16 avril 2014 (ajout d'un alinéa *g.* au paragraphe 2 de l'article 1^{er} de la directive 2011/92/UE) poursuit une visée pédagogique. L'évaluation environnementale ne se résume en effet pas à la production d'une étude d'impact par le maître d'ouvrage, mais constitue un processus destiné à permettre à celui-ci d'intégrer la protection de l'environnement dès la conception de son projet, à l'autorité compétente de prendre une décision éclairée par l'avis de l'autorité environnementale et l'avis du public comprenant les prescriptions les plus pertinentes pour éviter, réduire et/ou compenser les impacts du projet sur l'environnement.

L'utilisation des termes « **évaluation environnementale** » et « **étude d'impact** » marque la distinction entre le processus de l'évaluation et le rapport réalisé par le maître d'ouvrage ou sous sa responsabilité dénommée « étude d'impact ».

Le I de l'article L. 122-1 inscrit dans le droit national les définitions des mots « **projet** », « **maître d'ouvrage** », « **autorisation** » et « **autorité compétente** », ces définitions étant issues de la directive 2011/92/UE, modifiée par la directive 2014/52/UE.

Le III de l'article L. 122-1 reprend la définition de l'« évaluation environnementale » figurant également dans la directive précitée. Il précise que l'évaluation environnementale permet de décrire et d'apprécier de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier, les incidences notables directes et indirectes du projet sur un certain nombre de facteurs (points 1 à 4 du III) avec une mention particulière liée à l'interaction entre les facteurs mentionnés. Les incidences sur les facteurs englobent celles susceptibles de résulter de la vulnérabilité du projet aux risques d'accidents majeurs et aux catastrophes.

Le dernier alinéa contient également des précisions sur l'interprétation de la notion de « projet ».

LA NOTION DE « PROJET », NOTION CLÉ

(VOIR PARTIE 2 - FICHE N°1)

Il importe de déterminer dès le départ, et le plus en amont possible, quel est le « projet », les éléments qui le composent et son périmètre. Les projets relevant du champ de l'évaluation environnementale sont listés au tableau annexé à l'article R. 122-2 (cf ci-après et la fiche dédiée).

LA MISE EN PLACE D'UNE AUTORISATION LORSQUE CELLE-CI FAISAIT DÉFAUT

(VOIR PARTIE 2 - FICHE N°2)

L'article 2, paragraphe 1^{er} de la directive précitée précise que « Les États membres prennent les dispositions nécessaires pour que, avant l'octroi de l'autorisation, les projets susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement, notamment en raison de leur nature, de leurs dimensions ou de leur localisation, soient soumis à une procédure de demande d'autorisation et à une évaluation en ce qui concerne leurs incidences sur l'environnement. Ces projets sont définis à l'article 4 ». Le contenu de l'autorisation est défini par la directive dans son article 8 bis.

En droit national, un nombre limité mais problématique de projets relevant du champ de l'évaluation environnementale ne relevaient d'aucun régime d'autorisation répondant aux exigences de l'article 8 bis. Le II de l'article L. 122-1-1 distingue trois cas :

- un régime d'autorisation existe mais ne prévoit pas de mesures d'évitement, réduction ou compensation au sens du I de l'article L. 122-1 : l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation complète celle-ci, indique les prescriptions nécessaires à la mise en œuvre des mesures destinées à éviter, réduire et si possible compenser (dites mesures ERC) et les mesures de suivi. La décision est motivée⁶. Une participation du public (enquête publique ou mise à disposition du public (L. 123-19 du code de l'environnement)) d'une durée minimum d'un mois est organisée ;
- le projet relève d'un régime déclaratif⁷ : l'autorité qui a compétence pour délivrer le récépissé de la déclaration indique au porteur de projet que ce dernier relève d'une autorisation⁸. Lorsque cette autorité est le préfet, il délivre une autorisation

⁶ Le permis de construire n'est en principe pas concerné puisque l'article L. 424-4 du code de l'urbanisme dispose : « Lorsque la décision autorise un projet soumis à évaluation environnementale, elle comprend en annexe un document comportant les éléments mentionnés au I de l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement. Il répond donc déjà aux conditions posées par le I. »

⁷ Ce cas devrait être très rare.

⁸ Article L. 181-1 (Créé par l'ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 - art. 1) :

« L'autorisation environnementale, dont le régime est organisé par les dispositions du présent livre ainsi que par les autres dispositions législatives dans les conditions fixées par le présent titre, est applicable aux activités, installations, ouvrages et travaux suivants, lorsqu'ils ne présentent pas un caractère temporaire :

1° Installations, ouvrages, travaux et activités mentionnés au I de l'article L. 214-3, y compris les prélèvements d'eau pour l'irrigation en faveur d'un organisme unique en application du 6° du II de l'article L. 211-3 ;

2° Installations classées pour la protection de l'environnement mentionnées à l'article L. 512-1.

environnementale au sens de l'article L. 181-1 du code de l'environnement.

Lorsque le régime déclaratif n'est pas couvert par l'article L. 181-1, l'autorité compétente (dans cette hypothèse, autre que le préfet) dispose d'un délai de neuf mois à compter du dépôt du dossier de déclaration pour prendre une décision conforme au I de l'article L. 122-1-1 (article R. 122-8) ;

- le projet ne relève d'aucun régime d'autorisation : une autorisation environnementale est délivrée par le préfet. En effet, l'article L. 181-1 renvoie « aux projets mentionnés au troisième alinéa de l'article L. 122-1-1 ».

AUTRES ÉVOLUTIONS

Une procédure d'examen au cas par cas ouvrant davantage la possibilité pour le maître d'ouvrage de décrire les caractéristiques de son projet et les mesures qu'il prend afin d'éviter et de réduire les effets négatifs notables de celui-ci sur l'environnement.

Les modifications opérées concernent essentiellement la liste et le contenu des informations détaillées que le maître d'ouvrage doit transmettre à l'autorité environnementale via le formulaire d'examen au cas par cas (cf. cerfa n° 14734*03). L'article R. 122-3 du code de l'environnement dispose ainsi que « *Pour les projets relevant d'un examen au cas par cas en application de l'article R. 122-2, le maître d'ouvrage décrit les caractéristiques de l'ensemble du projet, y compris les éventuels travaux de démolition ainsi que les incidences notables que son projet est susceptible d'avoir sur l'environnement et la santé humaine. Il décrit également, le cas échéant, les mesures et les caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables de son projet sur l'environnement ou la santé humaine* ». L'articulation avec le régime Natura 2000 a été améliorée.

Une notice détaillée explique comment remplir le formulaire d'examen au cas par cas.⁹

L'autorité compétente pour délivrer l'autorisation d'un projet ayant fait l'objet d'une décision de dispense d'évaluation environnementale après un examen au cas par cas doit vérifier que le projet, objet de la procédure d'autorisation, correspond aux caractéristiques et mesures qui ont justifié la décision de ne pas le soumettre à évaluation environnementale (V de l'article R. 122-3 du code de l'environnement). En effet, ce n'est que parce que le maître d'ouvrage a conçu son projet de manière à minimiser ses effets sur l'environnement et s'est engagé à prendre des mesures d'évitement et de réduction que le projet a pu être dispensé d'évaluation

Elle est également applicable aux projets mentionnés au deuxième alinéa du II de l'article L. 122-1-1 lorsque l'autorité administrative compétente pour délivrer l'autorisation est le préfet, ainsi qu'aux projets mentionnés au troisième alinéa de ce II. L'autorisation environnementale inclut les équipements, installations et activités figurant dans le projet du pétitionnaire que leur connexité rend nécessaires à ces activités, installations, ouvrages et travaux ou dont la proximité est de nature à en modifier notablement les dangers ou inconvénients. »

⁹ Disponible à l'adresse suivante : <https://www.formulaires.modernisation.gouv.fr/gf/getNotice.do?cerfaNotice=51656&cerfaFormulaire=14734>.

environnementale.

Le formulaire de demande de cas par cas et la décision de l'autorité environnementale (article R. 122-3 du code de l'environnement) sont joints à la demande d'autorisation concernée afin que l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation procède à ce contrôle¹⁰.

NB : *Un maître d'ouvrage peut décider de réaliser directement une étude d'impact alors qu'au regard de la nomenclature, son projet relève du champ de l'examen au cas par cas. Dans ce cas, il est dispensé de remplir le formulaire de demande d'examen au cas par cas. Le dossier sera instruit dans les conditions de droit commun des projets pour lesquels le maître d'ouvrage a réalisé une étude d'impact (article R. 122-7) et une procédure de participation du public sera organisée.*

UNE ÉVOLUTION DU CONTENU DE L'ÉTUDE D'IMPACT

(VOIR LE TABLEAU EN ANNEXE)

Le contenu de l'étude d'impact est visé aux articles L. 122-3 et R. 122-5 du code de l'environnement. Comme déjà indiqué, le III de l'article L. 122-1 de ce même code (auquel renvoie l'article R. 122-5) précise que l'évaluation environnementale permet de décrire et d'apprécier de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier, les incidences notables directes et indirectes d'un projet sur un certain nombre de facteurs (population et santé humaine, biodiversité, terres, sol, eau, air, climat, biens matériels, patrimoine culturel et paysage) et de décrire et d'apprécier l'interaction entre ces facteurs. Ce même article précise que les incidences sur les facteurs énoncés *englobent les incidences susceptibles de résulter de la vulnérabilité du projet aux risques d'accidents majeurs et aux catastrophes pertinents pour le projet concerné*. Ces dispositions résultent de la volonté au niveau européen de prise en compte des accidents récents liés notamment à des catastrophes naturelles¹¹.

Le III l'article L. 122-1-1 est relatif à l'actualisation de l'étude d'impact et permet de clarifier cette question en posant des principes issus de la jurisprudence de la Cour de justice de l'Union européenne (voir C-201/02, 7 janvier 2004, Wells et C- 290/03, 4 mai 2006, Barker). Des modalités simplifiées de participation du public lors des actualisations de l'étude d'impact (III de l'article L. 122-1-1, 3^e alinéa) sont prévues.

Parmi les autres nouveautés, on citera : une description du projet plus exhaustive, une étude d'impact davantage ciblée sur les enjeux identifiés a priori (cf. première phrase du II de l'article

¹⁰ Cf. par exemple, l'article R. 443-5 du code de l'urbanisme : « Le dossier de demande comporte également, selon les cas : 1° (...) L'autorité compétente pour délivrer l'autorisation d'urbanisme vérifie que le projet qui lui est soumis est conforme aux mesures et caractéristiques qui ont justifié la décision de l'autorité environnementale de ne pas le soumettre à évaluation environnementale » ;

¹¹ Extrait du considérant 15 de la directive 2014/52/UE : « Afin de garantir un niveau élevé de protection de l'environnement, il convient de prendre des mesures de précaution pour certains projets qui, en raison de leur vulnérabilité aux accidents majeurs et/ou aux catastrophes naturelles (telles que des inondations, l'élévation du niveau de la mer ou des tremblements de terre), sont susceptibles d'avoir des incidences négatives notables sur l'environnement. En ce qui concerne ce type de projets, il importe d'envisager leur vulnérabilité (exposition et capacité de résistance) aux accidents majeurs et/ou aux catastrophes, le risque de survenue desdits accidents et/ou catastrophes et les conséquences sur la probabilité d'incidences négatives notables sur l'environnement ».

R. 122-5 « en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire »), l'introduction du scénario de référence, la prise en compte des incidences du projet sur le climat et de sa vulnérabilité au changement climatique¹². Afin de garantir la qualité de l'étude d'impact, le VII de l'article R. 122-5 précise que « le maître d'ouvrage s'assure que celle-ci est préparée par des experts compétents » et que « l'autorité compétente veille à disposer d'une expertise suffisante pour examiner l'étude d'impact ou recourt si besoin à une telle expertise ».

DES MODIFICATIONS DE LA NOMENCLATURE PRIVILÉGIANT UNE ENTRÉE PAR « PROJET » ET NON PLUS PAR PROCÉDURE

La directive 2011/92/UE modifiée retient, dans ses annexes I et II, une entrée par « projet ». Jusqu'ici le droit français retenait plutôt une entrée par « autorisation »¹³, ce qui induisait des difficultés d'application. Alors que ce sont les impacts globaux du projet sur l'environnement qu'il est important d'appréhender, l'entrée par « autorisation » avait parfois pour conséquence de soustraire un projet à toute évaluation au sens de l'article L. 122-1 alors même que ce projet était dans le champ de celle-ci au regard des obligations posées par la directive et qu'en outre, il avait très concrètement des effets négatifs notables sur l'environnement. La nomenclature annexée à l'article R. 122-2 du code de l'environnement a donc été modifiée en conséquence. Pour plus de précision, il convient de se reporter au guide de la nomenclature disponible sur le site du ministère de la transition écologique et solidaire.

Les règles applicables aux modifications des projets sont précisées (voir partie 2 - fiche n°3).

LA MISE EN PLACE DE PROCÉDURES COMMUNES OU COORDONNÉES

Le paragraphe 3 de l'article 2 de la directive 2011/92/UE modifiée a expressément ouvert la possibilité d'utiliser de telles procédures dans un objectif de rationalisation des évaluations. Ainsi lorsqu'un « projet » est prévu de manière suffisamment précise par un « plan », la procédure d'évaluation environnementale de celui-ci peut valoir évaluation pour le projet dès lors que le rapport sur les incidences environnementales du plan contient le niveau de précision prévu pour l'étude d'impact du projet (ex.: le plan stratégique d'un grand port maritime et un projet d'aménagement qu'il prévoit).

¹² Considérant 13 de la directive 2014/52/UE : « Le changement climatique continuera de nuire à l'environnement et de compromettre le développement économique. À cet égard, il est opportun d'évaluer les incidences des projets sur le climat (émissions de gaz à effet de serre par exemple) et leur vulnérabilité au changement climatique ».

¹³ Les « projets » sont énumérés en droit interne au tableau annexé à l'article R. 122-2. Ce tableau, dans sa version antérieure, visait par exemple « des travaux soumis à permis de construire ». Il privilégiait ainsi une entrée relative à la nature de l'autorisation, ici le permis de construire et non à la nature des travaux concernés.

L'article L. 122-13 du code de l'environnement précise que :

– la procédure est dite commune si les procédures de consultation (notamment de l'autorité environnementale qui est unique) et de participation du public portent à la fois sur le plan/programme et le projet ; le rapport d'évaluation environnementale est commun au plan ou au programme et au projet ;

– la procédure est dite coordonnée lorsque l'évaluation environnementale réalisée au titre d'un plan peut être réutilisée pour le projet et qu'à ce titre, le maître d'ouvrage du projet est dispensé de demander un nouvel avis de l'autorité environnementale et de conduire une nouvelle procédure de participation du public. Il convient de noter qu'avant le dépôt de la demande d'autorisation, le maître d'ouvrage saisit toutefois l'autorité environnementale compétente au titre du projet qui dispose d'un délai d'un mois pour déterminer si le rapport sur les incidences environnementales du plan ou du programme peut valoir étude d'impact du ou des projets présentés, au regard de l'article R. 122-5, en particulier quant au caractère complet et suffisant de l'évaluation des incidences notables du projet sur l'environnement. L'autorité environnementale peut demander des compléments au maître d'ouvrage qui dispose de 15 jours pour répondre (article R. 122-25).

Cette procédure permet un gain de temps quant au délai de réponse de l'autorité environnementale : un mois au lieu de trois ou deux mois (article R. 122-6).

L'article L. 122-14 prévoit la possibilité de recourir à une procédure commune entre l'évaluation environnementale d'un projet et l'évaluation environnementale de la modification d'un plan ou programme ou de la mise en compatibilité du document d'urbanisme induite par le projet : rapport d'évaluation unique, autorité environnementale unique et procédure de participation du public unique.

L'article R. 122-26 vise le cas où une évaluation environnementale peut, à l'initiative des maîtres d'ouvrage, être commune à plusieurs projets faisant l'objet d'une procédure d'autorisation concomitante. L'étude d'impact doit contenir les éléments mentionnés à l'article R. 122-5 au titre de l'ensemble des projets. La procédure de participation du public est commune à l'ensemble des projets. Dès lors que l'un de ceux-ci relève d'une enquête publique, une enquête publique unique est réalisée.

Partie 2

Fiches thématiques

Fiche n°1 :

La notion de projet dans l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016

Fiche n°2 :

Évaluation environnementale des projets et autorisation

Fiche n°3 :

Actualisation et modification de projet



Fiche n°1 : La notion de projet dans l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016

UNE NOTION CONFORME AU DROIT DE L'UNION ET À L'INTÉRÊT DE L'ENVIRONNEMENT

La directive 2011/92/UE modifiée

L'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016 relative à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, des plans et des programmes et son décret d'application n° 2016-1110 du 11 août 2016 ont pour objet de transposer la directive 2014/52/UE dont les annexes I et II énumèrent des « projets » et non des « procédures » comme le faisait trop souvent la nomenclature annexée à l'article R. 122-2 dans sa version antérieure au décret précité. En effet, une procédure - *une zone d'aménagement concerté, un permis de construire ou une autorisation relative à une installation classée par exemple* - n'est pas en soi susceptible d'avoir un impact *notable* sur l'environnement. C'est le « projet », indépendamment de la procédure dont il relève, qui en fonction de sa nature, de sa dimension, du lieu où il est susceptible d'être implanté, de la fragilité écologique de la zone concernée (en elle-même ou suite à l'impact cumulé des divers projets déjà réalisés), de la capacité de charge résiduelle de celle-ci ou encore des mesures envisagées par le maître d'ouvrage pour éviter et réduire les impacts, est susceptible d'avoir ou non un impact notable sur l'environnement¹⁴. Tout dépend donc du « projet » concerné et de l'environnement dans lequel il se situe.

La détermination du « projet » est donc capitale puisque c'est l'impact de celui-ci sur l'environnement qu'il convient d'évaluer dès lors qu'il est susceptible d'être notable¹⁵.

¹⁴ Le II de l'article L. 122-1 : « *Les projets qui par leur nature, leur dimension ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine font l'objet d'une évaluation environnementale en fonction de critères et de seuils définies par voie réglementaire, et pour certains d'entre eux, après un examen au cas par cas effectué par l'autorité environnementale* ».

¹⁵ **Incidence notable d'un projet** : CJCE, aff. C-72/95, 24/10/1996 - Kraaijeveld : « 32. Si, ainsi que l'expose le gouvernement néerlandais, des travaux à des digues consistent à construire ou à exhausser des talus afin de contenir le cours de l'eau et d'éviter une inondation des terres, il y a lieu de relever que même les travaux de retenue, non pas du cours d'eau courante, mais d'une quantité d'eau statique, peuvent avoir une incidence *notable* sur l'environnement au sens de la directive dès lors qu'ils peuvent *durablement* affecter la composition des sols, la faune et la flore ou encore le paysage. Il convient donc d'en déduire que ce type de travaux doit être inclus dans le champ d'application de la directive. »

La directive définit le terme de « projet ». La définition qu'elle donne a été reprise et introduite au 1° du I de l'article L. 122-1 dans sa version issue de l'ordonnance précitée : « *la réalisation de travaux de construction, d'installations ou d'ouvrages, ou d'autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, y compris celles destinées à l'exploitation des ressources du sol* ».

Cette définition est complétée au III de ce même article afin de prendre en compte la jurisprudence de la Cour de justice de l'Union européenne (CJUE) (infra, 2 du I de la présente fiche).

La notion de « projet » dans la jurisprudence de la Cour de justice de l'Union européenne

La CJUE a, au fil de sa jurisprudence :

- circonscrit la notion de « projet » à ceux visés aux annexes I et II de la directive concernée (C-275/09, point 25, arrêt du 17 mars 2011, *Brussels Hoofdstedelijk Gewest e.a.*, et C-156/07, point 34 ordonnance du 10 juillet 2008, *Aiello e.a.*),¹⁶
- donné des critères pour apprécier l'étendue de l'évaluation et appréhender ce qu'il faut entendre par « projet ».

En droit français, les annexes I et II de la directive ont été transposées à l'article R. 122-2 du code de l'environnement dont l'annexe liste les projets soumis à évaluation environnementale ou à examen au cas par cas.

Si seuls les projets énumérés à l'article R. 122-2 sont concernés par le champ de l'évaluation au sens de la directive 2011/92/UE modifiée, la lecture des rubriques ne doit pas être faite en s'en tenant exclusivement à la stricte lettre du texte. En effet, le juge européen a précisé, à de nombreuses reprises, que « *le champ d'application de la directive est étendu et son objectif très large* » (C-72/95 du 24 octobre 1996, *Kraaijeveld*, point 39).

La CJUE retient une interprétation fondée sur l'objectif de la directive 2011/92/UE « *qui vise à ne soustraire aucun projet susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement, au sens de la directive, sauf si le projet spécifique exclu pouvait être considéré sur la base d'une appréciation globale comme n'étant pas susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement.* »¹⁷

Incidence notable – Incidence significative : CJUE, aff. C-473/14, 10/09/2015, *Attikis* : « 47 Par ailleurs, il découle d'une lecture conjointe de cette disposition avec l'article 3, paragraphe 1, de la directive 2001/42 que celle-ci doit être interprétée en ce sens qu'elle subordonne l'obligation de soumettre un plan ou un projet particulier à une évaluation environnementale à la condition que le plan ou le projet soit susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou, en d'autres termes, d'affecter le site concerné de manière significative. L'examen devant être effectué pour vérifier si cette condition est remplie est nécessairement limité à la question de savoir s'il peut être exclu, sur la base d'éléments objectifs, que ledit plan ou ledit projet affecte le site concerné de manière significative. »

¹⁶ « L'article 2§1 de la directive 85/337 exige non pas que tout projet susceptible d'avoir une incidence notable sur l'environnement soit soumis à la procédure d'évaluation que cette directive prévoit, mais que seuls doivent l'être ceux qui sont mentionnés aux annexes I et II de ladite directive »

¹⁷ Arrêt du 2 mai 1996, *Commission / Belgique* (C-133/94, Rec._p._I-2323) (cf. points 29, 42-43) ; Affaire 21 septembre 1999

Ainsi, à titre d'exemple, même si une rubrique ne comporte pas dans son intitulé le mot « démolition », la Cour a jugé, dans un arrêt du 3 mars 2011, que la directive 2011/92/UE s'applique également aux travaux de démolition qui peuvent constituer un « projet » au sens de l'article 1, paragraphe 2 de celle-ci (Commission c/ Irlande, C-50/09).

De même, la rubrique 7 a) de l'annexe I vise la « construction d'aéroports » et non les « aéroports » en tant que tels. Appelée à se défendre dans le cadre d'un contentieux européen, la région Wallonne affirmait en conséquence que « des travaux d'amélioration ou d'agrandissement d'un aéroport existant » étaient dispensés d'étude d'impact.

La Cour (C-2/07 du 28 février 2008) a estimé qu'« *il serait contraire à l'objet même de la directive 85/337 de faire échapper au champ d'application de son annexe II des travaux d'amélioration ou d'agrandissement de l'infrastructure d'un aéroport déjà construit, au motif que l'annexe I de la directive 85/337 vise la « construction d'aéroports » et non les « aéroports » en tant que tels. Une telle interprétation permettrait en effet de faire échapper aux obligations qui découlent de la directive 85/337 tous les travaux de modification apportés à un aéroport préexistant, quelle que soit l'ampleur de ces travaux, et viderait ainsi, sur ce point, de toute portée l'annexe II de la directive 85/337 (point 32).*

À propos d'une voie urbaine, la CJUE (25 juillet 2008, C-142/07) a jugé « *qu'il serait, dès lors, contraire à l'objet même de la directive modifiée de faire échapper à son champ d'application tout projet portant sur une voie urbaine au seul motif que cette directive ne mentionne pas expressément, parmi les projets énumérés dans ses annexes I et II, ceux portant sur ce type de voie* » (point 28).

Enfin « *un projet portant sur la transformation d'une voie qui serait équivalente, par son ampleur et ses modalités, à une construction peut être considéré comme portant sur une construction au sens de ladite annexe (voir, en ce sens, arrêts du 16 septembre 2004, Commission/Espagne, C-227/01, Rec. p. I-8253, point 46, ainsi que Abraham e.a., précité, point 32)* » (point 36).

Les projets ne doivent pas être fractionnés

La Cour a également précisé (28 février 2008, Abraham e.a., C-2/07, point 27) que « *L'objectif de la réglementation ne saurait en effet être détourné par un fractionnement des projets et ... l'absence de prise en considération de leur effet cumulatif ne doit pas avoir pour résultat pratique de les soustraire dans leur totalité à l'obligation d'évaluation alors que, pris ensemble, ils sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement au sens de l'article 2, paragraphe 1, de la directive 85/337 (voir, en ce sens, l'arrêt du 21 septembre 1999, Commission/Irlande, C-392/96, Rec. p. I-5901, point 76)* ».

C-392/96 Commission c/ Irlande 21 sept 1976, point 76 « *Tel serait le cas d'un État membre qui se limiterait à fixer un critère de dimension des projets et ne s'assurerait pas, par ailleurs, que l'objectif de la réglementation ne sera pas détourné par un fractionnement des projets* » ou encore Arrêt du 19 septembre 2000, Linster (C-287/98, Rec._p._I-6917) (cf. point 59, disp. 3)

L'appréciation des incidences sur l'environnement des projets ou de leur modification doit être globale.

L'appréciation des incidences sur l'environnement des projets a en effet pour objet de permettre d'évaluer non seulement l'incidence des travaux envisagés, mais aussi celle du projet à réaliser (cf. notamment CJUE C-142/07 du 25 juillet 2008¹⁸ et C-300/13 du 27 mars 2014¹⁹).

La notion de « projet » doit être appréhendée selon l'éclairage que lui donne la Cour de justice.

À cette fin, le III de l'article L. 122-1 précise que « *Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrages, afin que ses incidences soient évaluées dans leur globalité* ».

La suppression des dispositions relatives à la notion de « programme de travaux »

La définition de la notion de « projet » s'accompagne dans l'ordonnance du 3 août 2016 de la suppression de la définition du « *programme de travaux*²⁰ ». Cette définition n'était pas issue du texte de la directive et il était reproché au critère de « *l'unité fonctionnelle* » associé, d'être difficile d'application, peu effectif et susceptible de contribuer au « *saucissonnage* » ou à un « *fractionnement* » des projets. Dans son application, cette notion pouvait conduire *in fine* à considérer comme des projets distincts appartenant à un programme de travaux des travaux qui constituaient en réalité un seul et même projet au regard de la législation et de la jurisprudence européennes.

Ainsi, par exemple, un défrichement réalisé pour permettre la réalisation d'un projet de parc

¹⁸ §44 : « Il y a lieu, enfin, de souligner que, de même que la Cour l'a déjà relevé à propos de la directive 85/337, l'objectif de la directive modifiée ne saurait être détourné par le fractionnement d'un projet et que l'absence de prise en considération de l'effet cumulatif de plusieurs projets ne doit pas avoir pour résultat pratique de les soustraire dans leur totalité à l'obligation d'évaluation alors que, pris ensemble, ils sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement au sens de l'article 2, paragraphe 1, de la directive modifiée (voir, s'agissant de la directive 85/337, arrêts du 21 septembre 1999, Commission/Irlande, C-392/96, Rec. p. I-5901, point 76, ainsi que Abraham e.a., précité, point 27). »

¹⁹ §22 : « Il convient toutefois de relever que, en matière d'obligation d'évaluation des incidences sur l'environnement, la directive 85/337 a un champ d'application étendu et un objectif large (voir arrêts du 24 octobre 1996, Kraaijeveld e.a., C-72/95, Rec. p. I-5403, points 31 et 39; du 10 décembre 2009, Umweltanwalt von Kärnten, C-205/08, Rec. p. I-11525, point 50, et du 24 novembre 2011, Commission/Espagne, C-404/09, Rec. p. I-11853, point 79). En particulier, cette directive s'attache à une appréciation globale des incidences des projets sur l'environnement (voir arrêts du 25 juillet 2008, Ecologistas en Acción-CODA, C-142/07, Rec. p. I-6097, point 39, et Umweltanwalt von Kärnten, précité [C-205/08], point 51) ».

²⁰ Article L. 122-1 II (version antérieure à l'ordonnance du 3 août 2016) : « — Lorsque ces projets concourent à la réalisation d'un même programme de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages et lorsque ces projets sont réalisés de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacun des projets doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme. Lorsque les travaux sont réalisés par des maîtres d'ouvrage différents, ceux-ci peuvent demander à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement de préciser les autres projets du programme, dans le cadre des dispositions de l'article L. 122-1-2.

Un programme de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages est constitué par des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements réalisés par un ou plusieurs maîtres d'ouvrage et constituant une unité fonctionnelle. »

éolien doit faire l'objet d'une seule étude d'impact et d'un seul avis de l'autorité environnementale compétente portant sur l'impact du défrichement conjugué à celui du parc éolien (le défrichement étant fait dans le but d'implanter des éoliennes).

La suppression en droit français de la notion de « programme de travaux », au sens des dispositions du II de l'article L. 122-1 dans sa rédaction antérieure à l'ordonnance du 3 août 2016, ne doit toutefois pas conduire à ne pas s'interroger sur le lien entre le « projet » et d'autres travaux qui devront être pris en compte au titre des effets cumulés.

MODALITÉS DE MISE EN ŒUVRE DE LA NOTION DE « PROJET »

Étape n° 1 : Définir ce qu'est le « projet »

Il est nécessaire de s'interroger sur l'objectif du projet et, de façon large, sur les opérations ou travaux nécessaires à sa réalisation (ex : défrichement, démolition, construction, desserte ou encore zones d'emprunt significatives pour la construction d'une route, etc.), car l'étude d'impact devra les étudier au regard de leurs effets sur l'environnement. L'étude d'impact doit en effet porter sur le projet dans son ensemble, car il s'agit d'appréhender, et ce le plus en amont possible, l'impact global du projet sur l'environnement afin que les mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation, retenues dans l'étude d'impact soient les plus efficaces possibles.

Même si, pour des raisons de financement ou de calendrier, le projet doit être réalisé en plusieurs phases et, même s'il relève de plusieurs maîtres d'ouvrage et d'un processus décisionnel complexe (plusieurs autorisations), l'ensemble de ses effets sur l'environnement doit être étudié le plus en amont possible (l'évaluation environnementale est une aide à la conception du projet) et les impacts qu'il n'a pas été possible d'étudier en amont doivent l'être au plus tard (l'étude d'impact est alors complétée) lors de la délivrance de la dernière autorisation.

Le fractionnement ou le « saucissonnage » du projet ne peut être un moyen pour s'abstraire de cette obligation.

Le projet doit donc être appréhendé comme l'ensemble des opérations ou travaux nécessaires pour le réaliser et atteindre l'objectif poursuivi. Il s'agit des travaux, installations, ouvrages ou autres interventions qui, sans le projet, ne seraient pas réalisés ou ne pourraient remplir le rôle pour lequel ils sont réalisés.

Ex : construction d'un stade qui nécessite un défrichement et la réalisation de voies d'accès pour le desservir : le stade mais aussi le défrichement et la voie d'accès qui lui sont indispensables constituent donc un seul et même projet.

Autre exemple : un ouvrage de transport ayant pour objet le raccordement au réseau public de transport d'électricité d'une installation « client ».

Concrètement, pour déterminer « le projet », le ou les maîtres d'ouvrage peut (vent) recourir à un « faisceau d'indices », notamment :

- proximité géographique ou temporelle ;
- similitudes et interactions entre les différentes composantes du projet ;
- objet et nature des opérations.

Si, à l'issue de cet examen, les composantes du projet sont collectivement de nature à avoir des incidences négatives notables sur l'environnement, elles sont traitées dans l'étude d'impact du projet, le cas échéant par actualisation/ complément de l'étude d'impact.

Conformément à l'article R. 122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact doit décrire le projet dans son ensemble ainsi que ses effets directs, indirects, secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen, long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs en phase « *travaux* » comme en phase d'exploitation ainsi que les modifications éventuelles du projet. L'évaluation environnementale s'inscrivant dans un processus décisionnel, les impacts du projet sur l'environnement doivent, ainsi que cela a été dit, être évalués le plus en amont possible. L'étude d'impact associée à la première demande d'autorisation ne doit pas se rapporter à la seule composante concernée. Elle doit, dès ce stade, être la plus exhaustive possible sur les autres composantes. Si une composante n'est pas assez avancée, l'étude d'impact doit présenter au moins les informations découlant du croisement de l'état initial et des effets génériques de celle-ci. Les impacts qui n'ont pas pu être évalués le plus en amont possible le sont au plus tard lors de la dernière autorisation, l'étude d'impact étant alors actualisée/complétée dans les conditions prévues par l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement.

Les travaux indissociables du projet car préalables et indispensables à sa réalisation (terrassements, défrichements, etc.) relèvent, sauf cas particulier, de celui-ci et ne peuvent être ni autorisés ni commencés sans que l'étude d'impact du projet n'ait été produite.

Étape n° 2 : Analyser l'impact du projet sur l'environnement notamment au regard des effets cumulés avec d'autres projets

En complément des éléments apportés par la définition de la notion de « *projet* »²¹, l'étude d'impact doit, le cas échéant, analyser l'impact du cumul des incidences du projet avec d'autres projets²² tels que définis au 5° e) du II de l'article R. 122-5 au titre des effets cumulés et justifier

²¹ Cf. 1° du I et III de l'article L. 122-1

²² Cf. II de l'article R. 122-5, 5° e) : « *Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :*

– *ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;*
– *ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision

Partie 2 - Fiches thématiques

l'échelle spatiale et temporelle retenue dans le cadre de cette analyse. Une vigilance particulière doit être portée aux projets, tels que définis au 5° e) de l'article R. 122-5, potentiellement liés au projet concerné tout en étant distincts de celui-ci²³. Pour ces autres projets, la première question à se poser est de savoir s'ils nécessitent *en eux-mêmes*, en application du tableau annexé à l'article R. 122-2, une étude d'impact. Si tel est le cas, ils peuvent faire l'objet d'une étude d'impact distincte qui étudiera leurs effets cumulés avec les autres projets (comme toute étude d'impact conformément à l'article R. 122-5) et tout particulièrement avec le projet principal.

S'ils ne relèvent pas en eux-mêmes d'une étude d'impact mais qu'ils présentent un lien avec le projet, l'étude d'impact de celui-ci devra les prendre en compte au titre notamment de l'étude des effets cumulés.

d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage » ;

²³ Cas par exemple d'une usine créée pour produire les tuyaux qui constitueront un pipeline.

Illustrations

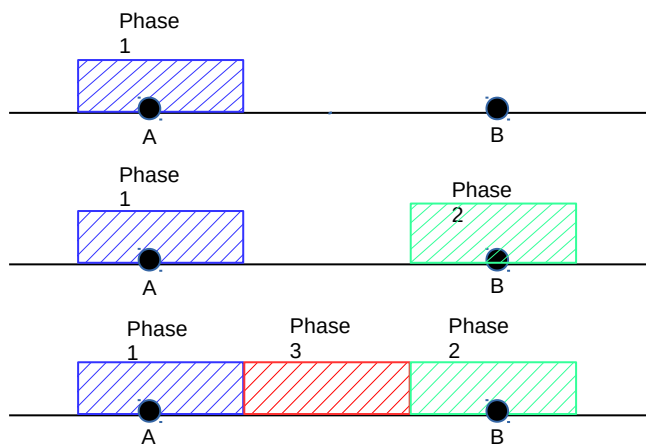
Exemples permettant d'illustrer, sur des projets complexes, les conséquences de la suppression de la notion de « programme de travaux » et de la définition d'un « projet » au sens de l'article L. 122-1.

Exemple 1 : un projet de déviation

Une déviation composée de plusieurs phases et dont la réalisation était échelonnée dans le temps, pouvait être considérée par le ou les maîtres d'ouvrage comme une succession de projets distincts constituant un « programme de travaux ».

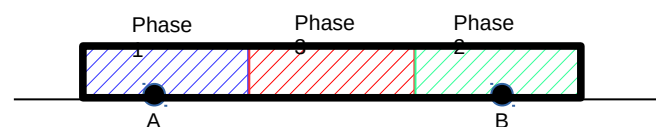
Désormais la déviation sera appréhendée dans son ensemble, comme un seul et même projet, et fera donc l'objet d'une seule étude d'impact, si nécessaire complétée ultérieurement, ce qui n'empêche pas une réalisation éventuellement fractionnée dans le temps.

Prise en compte des différentes phases d'un projet



Exemple d'une déviation réalisée en trois projets distincts, A et B représentant les entrées d'une agglomération déviée

Avant réforme



La déviation est appréhendée comme un seul et même projet dont la réalisation peut être fractionnée dans le temps

Avec la réforme

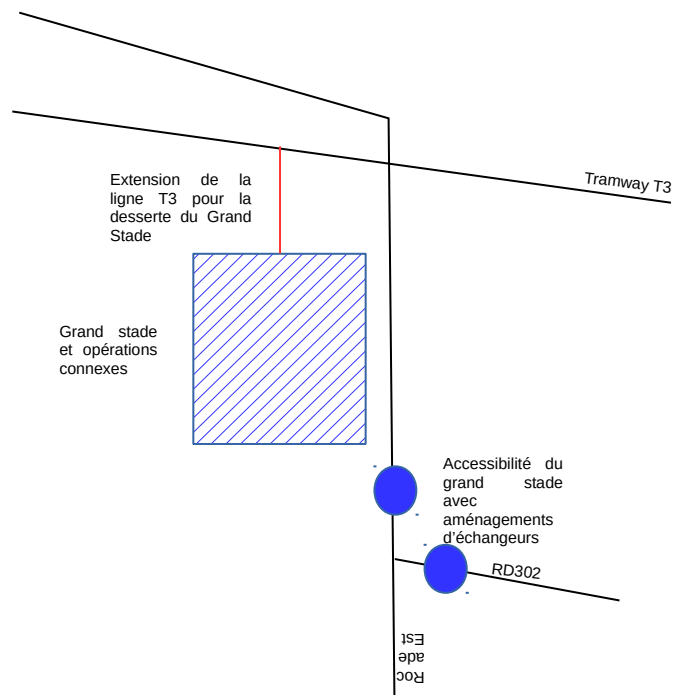
Exemple 2 : le projet du Grand Stade dans l'agglomération lyonnaise

Au regard au droit antérieur à l'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016 et à son décret d'application, la réalisation du Grand Stade, ses aménagements annexes, le projet d'accessibilité à celui-ci avec l'aménagement d'accès au nord et sud, la création d'un parking, le prolongement de la ligne de tramway T3 et l'aménagement de l'échangeur n°7 sur la RN 346 constituaient, en application du critère de l'unité fonctionnelle, un programme de travaux (au sens du II de l'article L. 122-1 dans sa rédaction issue de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010).

En application des dispositions de l'ordonnance du 3 août 2016, on considère qu'on n'est plus dans un « programme de travaux » mais dans deux projets distincts nécessitant chacun une étude d'impact :

- d'une part, le Grand Stade et ses aménagements annexes, ainsi que les aménagements des échangeurs afin de permettre l'accessibilité du site ;
- d'autre part, l'extension de la ligne T3, tramway visant le développement de l'Est lyonnais, auquel participe le projet urbain du Grand Montout, dont la réalisation du Grand Stade en constitue la première phase d'aménagement.

Prise en compte des différentes composantes d'un projet



Fiche n° 2 : Évaluation environnementale et autorisation

L'AUTORISATION D'UN PROJET FAISANT L'OBJET D'UNE ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

L'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août et son décret d'application n° 2016-1110 du 11 août 2016 disposent que tout projet soumis à évaluation environnementale doit faire l'objet d'une autorisation respectant les conditions fixées par la directive 2011/92/UE modifiée et rappelées ci-dessous. Il s'agit, dans un souci de bonne transposition des directives mais aussi d'effectivité du droit de l'environnement, de tirer les conséquences du processus de l'évaluation environnementale (étude d'impact, avis recueillis, analyse de l'autorité compétente, décision).

L'article L. 122-1 du code de l'environnement dans sa rédaction issue de l'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016, définit l'autorisation.

« 3° Autorisation : la décision de l'autorité ou des autorités compétentes qui ouvre le droit au maître d'ouvrage de réaliser le projet ; »

Le I de l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement précise que :

« I. - L'autorité compétente pour autoriser un projet soumis à évaluation environnementale prend en considération l'étude d'impact, l'avis des autorités mentionnées au V de l'article L. 122-1 ainsi que le résultat de la consultation du public et, le cas échéant, des consultations transfrontières.

La décision de l'autorité compétente est motivée au regard des incidences notables du projet sur l'environnement. Elle précise les prescriptions que devra respecter le maître d'ouvrage ainsi que les mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire et, si possible, compenser les effets négatifs notables. Elle précise également les modalités du suivi des incidences du projet sur l'environnement ou la santé humaine.

La décision de refus d'autorisation expose les motifs du refus, tirés notamment des incidences notables potentielles du projet sur l'environnement ».

L'autorisation – au sens de l'article L. 122-1 – peut donc être constituée par une décision qui, en droit français, n'est pas qualifiée expressément d'« autorisation », comme la déclaration d'utilité publique (DUP), la déclaration de projet (article L. 126-1 du code de l'environnement) ou une

décision de création de ZAC. Une décision qualifiée en droit interne d'autorisation peut ne pas répondre aux exigences de l'article L. 122-1 si elle n'a pas fait l'objet des avis prévus par le premier alinéa du I de cet article ou ne contient pas les éléments figurant au deuxième alinéa.

CAS DES PROJETS FAISANT L'OBJET D'UNE AUTORISATION POUVANT REMPLIR LES CRITÈRES DU I DE L'ARTICLE L. 122-1-1

Dans nombre de cas, le projet relève d'une seule autorisation qui répond aux caractéristiques rappelées ci-dessus. C'est notamment le cas des projets qui relèvent du champ de l'autorisation environnementale dans sa rédaction (articles L. 181-1 et suivants du code de l'environnement) issue de l'ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 applicable à compter du 1^{er} mars 2017 aux projets soumis à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ou de la loi sur l'eau (IOTA).

Lorsque ces projets font également l'objet d'une autorisation au titre de l'urbanisme, cette dernière doit être cohérente avec l'autorisation environnementale, en particulier avec les caractéristiques constructives du projet et les mesures d'évitement et de réduction.

Aux termes de l'article L. 122-1-1 (ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016) :

« Il - Lorsqu'un projet soumis à évaluation environnementale relève d'un régime d'autorisation préalable qui ne répond pas aux conditions fixées au I, l'autorité compétente complète l'autorisation afin qu'elle y soit conforme. (...) »

Un certain nombre d'autorisations délivrées par l'État ou, en matière d'urbanisme par une collectivité, remplissent en principe les conditions fixées au I. Si tel n'était pas le cas, l'autorisation doit être complétée pour être conforme au I de l'article L. 122-1-1. On peut citer à titre d'exemples :

- une déclaration d'utilité publique : elle constitue bien une autorisation au sens de la directive 2011/92/UE et comprend des prescriptions d'évitement, de réduction et, si nécessaire de compensation ;
- une déclaration de projet de l'article L. 126-1 du code de l'environnement : elle est applicable aux projets de l'État et des collectivités territoriales et de leurs groupements, et constitue une autorisation au sens de la directive ;
- une autorisation de défrichement ;
- une autorisation au titre du code de l'urbanisme délivrée dans les conditions prévues par l'article L. 424-4 du code de l'urbanisme.

PROJETS NE FAISANT PAS L'OBJET D'UNE AUTORISATION EN APPLICATION D'UN RÉGIME EN VIGUEUR

Cette situation concerne des projets qui ne font pas l'objet d'une autorisation répondant aux conditions de l'article L. 122-1-1 : une route réalisée sur terrains privés ne faisant pas l'objet d'une DUP, d'une déclaration de projet ou d'une autre autorisation, un projet d'affectation des terres incultes ou d'étendues semi-naturelles à l'exploitation agricole intensive, un premier boisement, un déboisement non soumis à autorisation de défrichement...

Elle peut également concerner un projet relevant du champ de l'évaluation environnementale mais assujéti à une déclaration ou ne relevant d'aucun régime. Il convient dans ce cas d'opérer une lecture combinée des articles suivants :

Aux termes de l'article L. 122-1-1 :

« II. - (...) Lorsqu'un projet soumis à évaluation environnementale relève d'un régime déclaratif, il est autorisé par une décision de l'autorité compétente pour délivrer le récépissé de déclaration, qui contient les éléments mentionnés au I.

Lorsqu'un projet soumis à évaluation environnementale ne relève d'aucun régime particulier d'autorisation ou de déclaration, il est autorisé par le préfet par une décision qui contient les éléments mentionnés au I. »¹

L'article L. 181-1 du code de l'environnement dispose que :

« L'autorisation environnementale ... est applicable aux activités, installations, ouvrages et travaux suivants : ...

Elle est également applicable aux projets mentionnés au deuxième alinéa du II de l'article L. 122-1-1 lorsque l'autorité administrative compétente pour délivrer l'autorisation est le préfet, ainsi qu'aux projets mentionnés au troisième alinéa de ce II ».

Dès lors, une autorisation environnementale est susceptible d'intervenir :

- lorsque le projet relève d'une déclaration relevant de la compétence du préfet ;
- lorsque le projet relève du champ de l'évaluation environnementale mais ne relève d'aucun régime d'autorisation.

Le I de l'article R. 122-8 (dans sa rédaction issue du décret n° 2017-81 du 26 janvier 2017) dispose :

« I. – Dans l'hypothèse où le projet soumis à évaluation environnementale relève d'un régime déclaratif sans relever de l'article L. 181-1, l'autorité compétente dispose d'un délai de neuf mois à compter du dépôt du dossier de déclaration pour prendre une décision d'autorisation conforme au I de l'article L. 122-1-1. »

Cet article vise les déclarations ne relevant pas du préfet mais d'une autre autorité (maire par exemple). Une autorisation est substituée à la déclaration. Le délai pour la délivrer est de neuf mois.

CAS DES PROJETS FAISANT L'OBJET DE PLUSIEURS AUTORISATIONS SUCCESSIVES

Appartiennent à cette catégorie les projets qui font l'objet de plusieurs autorisations répondant aux conditions définies par l'article L. 122-1-1 et délivrées à des stades différents de leur réalisation. À titre d'exemples, on peut citer :

- les infrastructures de transport qui font l'objet d'une déclaration d'utilité publique ou d'une déclaration de projet de l'article L. 126-1 du code de l'environnement, puis d'une ou plusieurs autorisations environnementales ;

- les « aménagements urbains » qui font, par exemple pour les ZAC, l'objet d'une décision de création puis de réalisation de ZAC et d'une autorisation environnementale et/ou d'autorisations d'urbanisme.

Aux termes de l'article L. 122-1-1 :

« III. - Les incidences sur l'environnement d'un projet dont la réalisation est subordonnée à la délivrance de plusieurs autorisations sont appréciées lors de la délivrance de la première autorisation.

Lorsque les incidences du projet sur l'environnement n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées avant l'octroi de cette autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet. En cas de doute quant à l'appréciation du caractère notable de celles-ci et à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, il peut consulter pour avis l'autorité environnementale. Sans préjudice des autres procédures applicables, les autorités mentionnées au V de l'article L. 122-1 donnent un nouvel avis sur l'étude d'impact ainsi actualisée.

L'étude d'impact, accompagnée de ces avis, est soumise à la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19 lorsque le projet a déjà fait l'objet d'une enquête publique, sauf si des dispositions particulières en disposent autrement.

L'autorité compétente pour délivrer l'autorisation sollicitée fixe s'il y a lieu, par une nouvelle décision, les mesures à la charge du ou des maîtres d'ouvrage destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser ces incidences notables, ainsi que les mesures de suivi afférentes. »

Partie 2 : Fiches thématiques

Dès la première autorisation, l'étude d'impact initiale doit évaluer l'ensemble des incidences notables du projet sur l'environnement. Cette première autorisation doit en tirer toutes les conséquences, en particulier les mesures d'évitement, de réduction et de compensation, ainsi que les mesures de suivi, et être conforme au I de l'article L. 122-1-1. Les incidences notables qui n'ont pu être évaluées au moment de la délivrance de cette autorisation doivent l'être au plus tard lors de la dernière autorisation.

Lors des demandes d'autorisation ultérieures, soit l'étude d'impact est complète, soit elle nécessite une actualisation ou une modification (*cf. fiche 3*).

Si l'étude d'impact n'a pas besoin d'être actualisée, il n'y a pas lieu de solliciter un nouvel avis de l'autorité environnementale.

Si l'étude d'impact est actualisée, elle l'est « dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet ». L'autorité environnementale doit être consultée sur l'étude d'impact actualisée.

Dans le cas d'une autorisation environnementale, l'étude d'impact du projet auquel l'autorisation sollicitée se rapporte figure dans le dossier soumis à enquête publique.

Dans les autres cas, le dossier comportant l'étude d'impact actualisée est soumis à une participation du public par voie électronique en application de l'article L. 123-19 du code de l'environnement sauf si des dispositions particulières en disposent autrement, ce qui est le cas lorsque l'autorisation est une autorisation environnementale au sens de l'article L. 181-1.

Il revient à l'autorité compétente chargée de délivrer l'autorisation sollicitée de tirer les conséquences de l'évaluation environnementale conformément au I de l'article L. 122-1-1. L'autorisation délivrée précise ou complète l'autorisation ou les autorisations précédentes.

À la fin du processus décisionnel, l'ensemble des incidences notables du projet doit avoir été évalué et l'ensemble des prescriptions destinées à éviter, réduire ou compenser doit avoir été imposé.

On notera qu'en application de l'article L. 163-1 du code de l'environnement, les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité doivent se traduire par une obligation de résultats et être effectives pendant toute la durée des atteintes ce qui doit être pris en compte dans le cadre des obligations liées au suivi des mesures prescrites par l'autorisation (article L. 122-1-1 et II de l'article R. 122-13). Le II de l'article L. 163-1 dispose que « *Lorsque la compensation porte sur un projet, un plan ou un programme soumis à évaluation environnementale, la nature des compensations proposées par le maître d'ouvrage est précisée dans l'étude d'impact présentée par le pétitionnaire avec sa demande d'autorisation. Dans tous les cas, le maître d'ouvrage reste seul responsable à l'égard de l'autorité administrative qui a prescrit ces mesures de compensation* ». Si certaines prescriptions afférentes au projet ne sont pas réalisées, la condamnation solidaire des maîtres d'ouvrage pourrait être retenue si la mesure n'a pu être individualisée. Il est donc conseillé aux maîtres d'ouvrage de définir par contrat les obligations qui relèvent de chacun d'eux.

Fiche n°3 : Actualisation et modification du projet

Il convient en premier lieu de rappeler que le franchissement d'un seuil à la suite de la modification d'un projet relevant du champ de l'article R. 122-2 du code de l'environnement (tableau annexé à cet article), entraîne sa soumission au régime applicable à ce seuil (régime du cas par cas pour les projets de la colonne de droite du tableau, évaluation obligatoire pour celle de gauche « projets soumis à évaluation environnementale »).

En effet, l'approche par « projet » privilégiée par la présente réforme conduit à apprécier les incidences sur l'environnement du projet entendu dans sa globalité. Ainsi lorsque ce projet évolue, c'est le projet dans son ensemble qu'il convient de prendre en considération pour apprécier son incidence, et non la seule partie/portion du projet, objet de l'évolution. Ceci découle de la logique de l'évaluation environnementale dont la finalité est d'apprécier l'impact global du projet sur l'environnement afin de prévoir les mesures d'évitement, réduction ou compensation les plus efficaces. Les incidences doivent être appréhendées le plus en amont possible dans l'étude d'impact initiale et, en cas d'impossibilité, celle-ci est complétée/actualisée plus tard.

CHAMP

Il convient avant tout développement de rappeler les champs respectifs de l'actualisation (article L. 122-1-1 du code de l'environnement) et des modifications ou extensions (article R. 122-2 du même code).

L'actualisation vise en effet le cas où le projet initial a fait l'objet d'une étude d'impact (on ne peut en effet actualiser une étude d'impact qui n'existe pas) et continue de s'inscrire dans un processus d'autorisations successives en cours.

Le champ des modifications/extensions s'applique aux projets dont le processus décisionnel est en principe achevé. Le maître d'ouvrage revient sur son projet (autorisé) en vue de l'étendre ou de le modifier. Par extension, ce champ concerne aussi les projets n'ayant pas fait l'objet d'une étude d'impact initiale.

ACTUALISATION

L'article L. 122-1-1, III du code de l'environnement prévoit que :

*« Les incidences sur l'environnement d'un projet dont la réalisation est subordonnée à la délivrance de **plusieurs autorisations** sont appréciées lors de la délivrance de la première autorisation.*

*Lorsque les **incidences** du projet sur l'environnement **n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées** avant l'octroi de cette autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en **appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet**. En cas de doute quant à l'appréciation du caractère notable de celles-ci et à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, il peut consulter pour avis l'autorité environnementale. Sans préjudice des autres procédures applicables, **les autorités mentionnées au V de l'article L. 122-1 donnent un nouvel avis sur l'étude d'impact ainsi actualisée.** »*

Il en ressort donc que lorsque les deux conditions ci-après sont réunies, l'étude d'impact initiale du projet est actualisée et transmise par le maître d'ouvrage pour avis à l'autorité environnementale ainsi qu'aux collectivités territoriales et à leurs groupements intéressés par le projet :

1) La réalisation du projet est soumise à la délivrance de plusieurs autorisations

En effet l'étude d'impact ne peut être actualisée qu'à l'occasion d'une autorisation ultérieure à la première qui est supposée, en application du premier alinéa, apprécier l'ensemble des incidences du projet sur l'environnement. C'est donc à l'occasion de chacune des autorisations postérieures à la première que le maître d'ouvrage devra se poser la question de son actualisation.

2) L'absence d'identification ou d'appréciation de certaines incidences du projet sur l'environnement

Cet élément recouvre en réalité deux situations : soit le projet a dû évoluer entre deux autorisations et il en résulte des incidences sur l'environnement qui ne pouvaient être identifiées, soit l'évaluation des incidences ne pouvait être finement opérée plus tôt dans le processus décisionnel et les données doivent être précisées ultérieurement.

Lorsque le maître d'ouvrage se trouve dans cette situation au stade d'une demande d'autorisation, il doit donc actualiser/compléter l'étude initiale, à la fois au sein du périmètre concerné par la demande d'autorisation, mais aussi à l'échelle globale du projet.

Cette étude actualisée fera ainsi l'objet d'un nouvel avis de l'autorité environnementale ainsi que des collectivités territoriales et de leurs groupements intéressés par le projet. Cette étude accompagnée des avis fera l'objet d'une participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19 du code de l'environnement si le projet a déjà donné lieu à une enquête publique (III de l'article L. 122-1-1).

MODIFICATION

L'article R. 122-2, II du code de l'environnement dispose que :

« Les modifications ou extensions de projets déjà autorisés, qui font entrer ces derniers, dans leur totalité, dans les seuils éventuels fixés par le tableau annexé ou qui atteignent en elles-mêmes ces seuils font l'objet d'une évaluation environnementale ou d'un examen au cas par cas.

Les autres modifications ou extensions de projets soumis à évaluation environnementale systématique ou relevant d'un examen au cas par cas, qui peuvent avoir des incidences négatives notables sur l'environnement sont soumises à évaluation environnementale après examen au cas par cas. »

Dans le cas des modifications ou extensions, les deux alinéas du II de l'article R. 122-2 concernent des projets relevant du champ de l'évaluation environnementale.

Lorsque ce projet relevait du champ de l'évaluation environnementale obligatoire, et que la modification ou extension dépasse en elle-même le seuil de l'évaluation obligatoire elle fait l'objet d'une nouvelle évaluation environnementale (qui enrichira l'évaluation environnementale initiale le cas échéant).

Dans les cas où le projet a été soumis à évaluation environnementale après un examen au cas par cas, la modification de ce projet fait l'objet d'un examen au cas par cas dès lors qu'elle est dans les seuils de ce dernier. Il convient toutefois de vérifier que le projet dans sa globalité (projet initial + modification/extension) ne dépasse pas le seuil d'évaluation obligatoire.

Lorsqu'un projet relevant du champ de l'évaluation environnementale (projet listé dans la première colonne du tableau de l'article R. 122-2) est modifié, alors qu'il n'a pas fait initialement l'objet d'une évaluation environnementale car il était en deçà des seuils, toute modification qui conduirait le projet à dépasser les seuils oblige le maître d'ouvrage à se poser la question de la nécessité d'un examen au cas par cas ou d'une étude d'impact. C'est le projet global qui est pris en compte (projet initial + modification/extension).

Le saucissonnage des projets en vue d'échapper aux seuils n'est pas légal.

Partie 2 : Fiches thématiques

Lorsqu'un projet relève d'une rubrique qui ne prévoit pas de seuil (exemple rubrique 6 a) « construction d'autoroutes et de voies rapides »), toute modification relève du second alinéa du II de l'article R. 122-2 du code de l'environnement qui dispose :

« Les autres modifications ou extensions de projets soumis à évaluation environnementale systématique ou relevant d'un examen au cas par cas, qui peuvent avoir des incidences négatives notables sur l'environnement sont soumises à examen au cas par cas. »

Ainsi, il appartient au maître d'ouvrage d'apprécier si la modification envisagée présente un risque d'incidence négative notable sur l'environnement. Si tel est le cas, il saisit l'autorité environnementale d'une demande d'examen au cas par cas.

Il convient bien évidemment de distinguer la « modification » du projet avec les travaux d'entretien, de maintenance et de grosses réparations qui ne sont pas soumis à évaluation environnementale.

Droit applicable au regard des modifications apportées au projet

A (Projet initial)	B (Évolution du projet)	Droit applicable
Sous les seuils	Sous les seuils	Pas d'EE ou d'examen au cas par cas si A + B restent en deçà des seuils
Sous les seuils	Sous les seuils	si A+B conduisent à dépasser des seuils : EE ou cas par cas (selon le seuil atteint)
Seuil de l'EE obligatoire	Seuil de l'EE obligatoire	EE obligatoire
Seuil de l'EE obligatoire	Seuil de cas par cas	Cas par cas
Cas par cas	Seuil de l'EE obligatoire	EE obligatoire
Cas par cas	Seuil de cas par cas	EE obligatoire si avec l'extension, le projet dépasse les seuils de soumission obligatoire
Cas par cas	Seuil de cas par cas	Cas par cas si A+B ne dépassent pas les seuils de soumission obligatoire

Il convient d'appréhender la nomenclature de la façon suivante :

- La première colonne du tableau de l'article R. 122-2 établit la liste des « *Catégories de projets* » relevant du champ de l'évaluation environnementale.
- Pour chaque catégorie de projets, la deuxième colonne « *Projets soumis à évaluation environnementale* » précise les projets relevant de la catégorie en question et définit des seuils : les projets entrant dans les seuils de cette colonne sont des projets susceptibles d'avoir des effets notables pour l'environnement. Une évaluation environnementale est imposée. Le projet ne peut pas être autorisé sans celle-ci qui comprend, outre une étude d'impact, une procédure de participation du public, la consultation de l'autorité environnementale et des collectivités locales. L'autorisation est expresse et définit des mesures destinées à éviter, réduire, voire compenser les effets négatifs du projet sur l'environnement et un suivi de ces mesures.
- Pour chaque catégorie de projet, la troisième colonne « *Projets soumis au cas par cas* » établit une liste de projets et des seuils. Cette liste concerne également des projets susceptibles d'avoir des effets notables sur l'environnement. Les projets soumis à évaluation environnementale à l'issue de l'examen au cas par cas sont soumis aux mêmes obligations que ceux soumis de manière systématique. Pour autant, à la différence des projets relevant de la colonne précédente, le maître d'ouvrage peut démontrer qu'il a conçu son projet de façon que les effets notables soient évités et réduits de telle manière qu'aucune mesure compensatoire ne sera dès lors nécessaire. Il appartient à l'autorité environnementale de valider ou non cette démonstration. Elle le fera dans la décision prévue au IV de l'article R. 122-3.
- Lorsque les projets qui relèvent de la liste des « *Catégories de projets* » dans le champ de l'évaluation environnementale font l'objet d'une modification/extension en deçà des seuils, il est de la responsabilité du maître d'ouvrage d'apprécier si la modification/extension est susceptible d'impact notable. Si tel est le cas, soit le maître d'ouvrage fait une demande de cas par cas, la logique de l'évaluation étant d'appréhender les effets du projet sur l'environnement, soit il complète/actualise directement l'étude d'impact existante.

Si le projet réalisé *in fine* était différent du projet qui a fondé une décision permettant au maître d'ouvrage de ne pas réaliser une évaluation, le maître d'ouvrage ne pourrait se fonder sur cette dernière (Cf. V de l'article R. 122-3 sur le rôle de l'autorité compétente).

Annexe

**Tableau comparatif
du contenu de l'étude
d'impact avant et
après l'entrée en
vigueur de la réforme
(article R. 122-5 du
code de
l'environnement)**



Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

Article R. 122-5 du code de l'environnement		
Décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011	Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016	Remarques
<p>I.- Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.</p>	<p>I.- Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.</p>	<p>« <i>Ouvrages et aménagements</i> » sont remplacés par : « <i>installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage.</i> »</p>
<p>II.- L'étude d'impact présente :</p> <p>1° Une description du projet comportant des informations relatives à sa conception et à ses dimensions, y compris, en particulier, une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet et des exigences techniques en matière d'utilisation du sol lors des phases de construction et de fonctionnement et, le cas échéant, une description des principales caractéristiques des procédés de stockage, de production et de fabrication, notamment mis en œuvre pendant l'exploitation, telles que la nature et la quantité des matériaux utilisés, ainsi qu'une estimation des types et des quantités des résidus et des émissions attendus résultant du fonctionnement du projet proposé.</p> <p>Pour les installations relevant du titre Ier du livre V du présent code et les installations nucléaires de base relevant du titre IV de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 modifiée relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, cette description pourra être complétée dans le dossier de demande d'autorisation en application de l'article R. 512-3 et de l'article 8 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre</p>	<p>II.- En application du 2° du II de l'article L. 122-3, l'étude d'impact comporte les éléments suivants, en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire :</p> <p>1° Un résumé non technique des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;</p>	<p>Le II est modifié. Les points 1° à 6° constituent les points principaux du nouveau droit.</p> <p>Le nouveau décret structure le contenu de l'étude d'impact tout en apportant de nouvelles références :</p> <p>Le 1° devient « un résumé non technique » et reprend le IV de l'ancien décret aujourd'hui abrogé.</p>

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

<p>2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives ;</p>		
<p>2° Une analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet, portant notamment sur la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et paysages, les biens matériels, les continuités écologiques telles que définies par l'article L. 371-1, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que les interrelations entre ces éléments ;</p>	<p>2° Une description du projet, y compris en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une description de la localisation du projet ; - une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ; - une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ; - une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement. <p>Pour les installations relevant du titre 1^{er} du livre V du présent code et les installations nucléaires de base mentionnées à l'article L. 593-1 cette description pourra être complétée dans le dossier de demande d'autorisation en application de l'article R. 181-13 et suivants et de l'article 8 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives ;</p>	<p>Le 2° précise la notion de la description du projet et reprend les éléments du 1° de l'ancien décret.</p> <p>Ajout de la « localisation du projet. »</p> <p>La remarque sur les installations nucléaires est inchangée.</p>

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

<p>3° Une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement, en particulier sur les éléments énumérés au 2° et sur la consommation énergétique, la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux ;</p>	<p>3° Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement ainsi qu'un aperçu " scénario de référence ", et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ;</p>	<p>La notion d'état initial présent dans le 2° de l'ancien décret disparaît et apparaît sous la notion « d'aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet, dénommée " scénario de référence " ».</p> <p>Ajout de la notion de « scénario de référence »</p> <p>Les pétitionnaires devront quantifier et qualifier les évolutions sur l'environnement en cas d'application du scénario de référence, c'est-à-dire du projet et également sans son application, aux vues des informations environnementales disponibles.</p>
<p>4° Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact : — ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ; — ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public. Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage ;</p>	<p>4° Une description des facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;</p>	<p>Le 4° aborde la notion de « facteurs » et remplace la notion de « zone et des milieux » du 2° de l'ancien décret.</p> <p>« la faune et la flore, les habitats naturels [...] les continuités écologiques telles que définies par l'article L.371-1, les équilibres biologiques, les espaces naturels, agricoles, forestiers maritimes » est remplacé par « biodiversité. »</p> <p>« Climat » remplace « facteurs climatiques »</p> <p>Suppression de « l'interaction entre ces éléments. »</p> <p>Le 4° de l'ancien décret portant sur les effets cumulés est supprimé et incorporé et précisé dans le 5°(e) du nouveau décret.</p>
<p>5° Une esquisse des principales solutions de substitution examinées par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage et les raisons pour lesquelles, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé</p>	<p>5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :</p> <p>a) De la construction et de l'existence</p>	<p>Le 5° aborde la notion « d'incidences notables » et semble remplacer « effets positifs et négatifs » du 3° de l'ancien décret », mais on parle ici de « description » et non</p>

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

<p>humaine, le projet présenté a été retenu ;</p>	<p>du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;</p> <p>b) De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;</p> <p>c) De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;</p> <p>d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;</p> <p>e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ; - ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public. <p>Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ;</p> <p>f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;</p> <p>g) Des technologies et des substances utilisées.</p> <p>La description des éventuelles</p>	<p>plus « d'analyse .. »</p> <p>Ajout des incidences notables résultant des « technologies et des substances utilisées. »</p> <p>Ajout de « l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets. »</p> <p>La notion d'effet directs /indirects/ cumulés est ici précisée dans le 5°(e) : « effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet. »</p> <p>Ajout de la notion « vulnérabilité du projet au changement climatique. »</p>
---	---	---

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

	incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, trans-frontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;	
6° Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 374-3 ;	6° Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;	Le 6° ajoute la notion « de risque d'accidents, catastrophes majeures et de situations d'urgence. » Le 6° de l'ancien décret potant sur la comptabilité de certains documents de planification est supprimé.
7° Les mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour : - éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ; - compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité. La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments visés au 3° ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments visés au 3° ;	7° Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;	Le 7° reprend le 5° de l'ancien décret.
8° Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial visé	8° Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour :	Le 8° est inchangé et reprend le 7° de l'ancien décret

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

<p>au 2° et évaluer les effets du projet sur l'environnement et, lorsque plusieurs méthodes sont disponibles, une explication des raisons ayant conduit au choix opéré ;</p>	<p>- éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;</p> <p>- compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.</p> <p>La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5° ;</p>	
<p>9° Une description des difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées par le maître d'ouvrage pour réaliser cette étude ;</p>	<p>9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;</p>	<p>Le 9° apporte une précision sur le suivi des mesures ERC et est un complément du 8 du nouveau décret.</p> <p>Le point 9° de l'ancien décret est supprimé.</p>
<p>10° Les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude d'impact et des études qui ont contribué à sa réalisation ;</p>	<p>10° Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;</p>	<p>Le 10° reprend le point 8° de façon plus concise.</p>
<p>11° Lorsque certains des éléments requis en application du II figurent dans l'étude de maîtrise des risques pour les installations nucléaires de base ou dans l'étude des dangers pour les installations classées pour la protection de l'environnement, il en est fait état dans l'étude d'impact ;</p>	<p>11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation ;</p>	<p>Le point 11 est inchangé (ancien point 10)</p>
<p>12° Lorsque le projet concourt à la réalisation d'un programme de travaux dont la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact comprend une appréciation des impacts de l'ensemble du programme.</p>	<p>12° Lorsque certains des éléments requis ci-dessus figurent dans l'étude de maîtrise des risques pour les installations nucléaires de base ou dans l'étude des dangers pour les installations classées pour la protection de l'environnement, il en est fait état dans l'étude d'impact.</p>	<p>Le point 12 est inchangé (ancien point 11).</p> <p>(L'ancien point 12 est supprimé dans la nouvelle réforme suite à la notion de projet et à la suppression du programme de travaux).</p>

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

<p>III. — Pour les infrastructures de transport visées aux 5° à 9° du tableau annexé à l'article R. 122-2, l'étude d'impact comprend, en outre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ; - une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ; - une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L. 1511-2 du code des transports ; - une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ; - une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences. Elle indique également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R. 571-44 à R. 571-52. 	<p>III. - Pour les infrastructures de transport visées aux 5° à 9° du tableau annexé à l'article R. 122-2, l'étude d'impact comprend, en outre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ; - une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ; - une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L. 1511-2 du code des transports ; - une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ; - une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences. <p>Elle indique également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R. 571-44 à R. 571-52.</p>	<p>Inchangé.</p>
<p>IV. Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci est précédée d'un résumé non technique des informations visées aux II et III. Ce</p>		<p>Le IV est abrogé, le V devient le IV, le VI devient le V et le VII devient le VI ;</p>

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

résumé peut faire l'objet d'un document indépendant.		
V. — Pour les travaux, ouvrages ou aménagements soumis à autorisation en application du titre Ier du livre II, l'étude d'impact vaut document d'incidences si elle contient les éléments exigés pour ce document par l'article R. 214-6	IV. - Pour les projets soumis à autorisation en application du titre Ier du livre II, l'étude d'impact vaut document d'incidences si elle contient les éléments exigés pour ce document par l'article R. 181-14.	« Projet » remplace « <i>travaux, ouvrages ou aménagements</i> » du VI de l'ancien décret.
VI. — Pour les travaux, ouvrages ou aménagements devant faire l'objet d'une étude d'incidences en application des dispositions du chapitre IV du titre Ier du livre IV, l'étude d'impact vaut étude d'incidences si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23.	V. - Pour les projets soumis à une étude d'incidences en application des dispositions du chapitre IV du titre Ier du livre IV, le formulaire d'examen au cas par cas tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'il permet d'établir l'absence d'incidence sur tout site Natura 2000. S'il apparaît après examen au cas par cas que le projet est susceptible d'avoir des incidences significatives sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ou si le projet est soumis à évaluation des incidences systématique en application des dispositions précitées, le maître d'ouvrage fournit les éléments exigés par l'article R. 414-23. L'étude d'impact tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23.	« Projet » remplace « <i>travaux, ouvrages ou aménagements</i> » Ajout de « <i>le formulaire d'examen au cas par cas tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'il permet d'établir l'absence d'incidence sur tout site Natura 2000. S'il apparaît après examen au cas par cas que le projet est susceptible d'avoir des incidences significatives sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ou si le projet est soumis à évaluation des incidences systématique en application des dispositions précitées, le maître d'ouvrage fournit les éléments exigés par l'article R. 414-23.</i> »
VII. — Pour les installations classées pour la protection de l'environnement relevant du titre Ier du livre V du présent code et les installations nucléaires de base relevant du titre IV de la loi du 13 juin 2006 susmentionnée, le contenu de l'étude d'impact est précisé et complété en tant que de besoin conformément aux articles R. 512-6 et R. 512-8 du présent code et à l'article 9 du décret du 2 novembre 2007 susmentionné.	VI. - Pour les installations classées pour la protection de l'environnement relevant du titre Ier du livre V du présent code et les installations nucléaires de base relevant du titre IX du livre V du code de l'environnement susmentionnée, le contenu de l'étude d'impact est précisé et complété en tant que de besoin conformément au II de l'article D. 181-15-2 du présent code et à l'article 9 du décret du 2 novembre 2007 susmentionné.	La référence au titre IV de la loi du 13 juin 2006 est remplacée par la référence au titre IX du livre V du code de l'environnement ;
	VII. - Afin de veiller à l'exhaustivité et à la qualité de l'étude d'impact : a) Le maître d'ouvrage s'assure que celle-ci est préparée par des experts compétents ; b) L'autorité compétente veille à	Ajout du VII Ajout des compétences du maître d'ouvrage et de l'autorité environnementale.

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

	disposer d'une expertise suffisante pour examiner l'étude d'impact ou recourt si besoin à une telle expertise ; c) Si nécessaire, l'autorité compétente demande au maître d'ouvrage des informations supplémentaires à celles fournies dans l'étude d'impact, mentionnées au II et directement utiles à l'élaboration et à la motivation de sa décision sur les incidences notables du projet sur l'environnement prévue au I de l'article L. 122-1-1.	
--	---	--

Annexe - Tableau comparatif du contenu de l'étude d'impact avant et après l'entrée en vigueur de la réforme (article R. 122-5 du code de l'environnement)

	<p>NOTA : Le décret n° 2016-1110 a été pris pour l'application de l'ordonnance n° 2016-1058 dont l'article 6 prévoit que « Les dispositions de la présente ordonnance s'appliquent :</p> <ul style="list-style-type: none">- aux projets relevant d'un examen au cas par cas pour lesquels la demande d'examen au cas par cas est déposée à compter du 1^{er} janvier 2017 ;- aux projets faisant l'objet d'une évaluation environnementale systématique pour lesquels la première demande d'autorisation est déposée à compter du 16 mai 2017. Pour les projets pour lesquels l'autorité compétente est le maître d'ouvrage, ces dispositions s'appliquent aux projets dont l'enquête publique est ouverte à compter du premier jour du sixième mois suivant la publication de la présente ordonnance ;- aux plans et programmes pour lesquels l'arrêté d'ouverture et d'organisation de l'enquête publique ou l'avis sur la mise à disposition du public est publié après le premier jour du mois suivant la publication de la présente ordonnance.»	<p>Ajout du NOTA.</p>
--	--	-----------------------

Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1er juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

Dépôt légal : Août 2017
ISSN : 2555-7556
ISBN : 978-2-11-138757-7

L'évaluation environnementale, un outil essentiel pour mieux protéger l'environnement

À la suite des travaux de modernisation du droit de l'environnement, l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 a réformé les règles en matière d'évaluation environnementale des plans, programmes et projets.

Les définitions de la directive sont notamment reprises pour rappeler que l'évaluation environnementale est un processus composé d'une étude d'impact, de consultations, d'avis et d'une décision motivée portant les mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

Ce guide a été réalisé à l'attention des services de l'État, des porteurs de projets, des bureaux d'études ou de toute autre personne voulant affiner sa compréhension des nouveautés introduites par la réforme du 3 août 2016.

**Évaluation
environnementale**
Guide
d'interprétation de la
réforme
du 3 août 2016

commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Sous-direction de l'intégration des démarches de développement durable dans les politiques publiques (IDPP)

Bureau de l'évaluation environnementale

Tour Séquoia

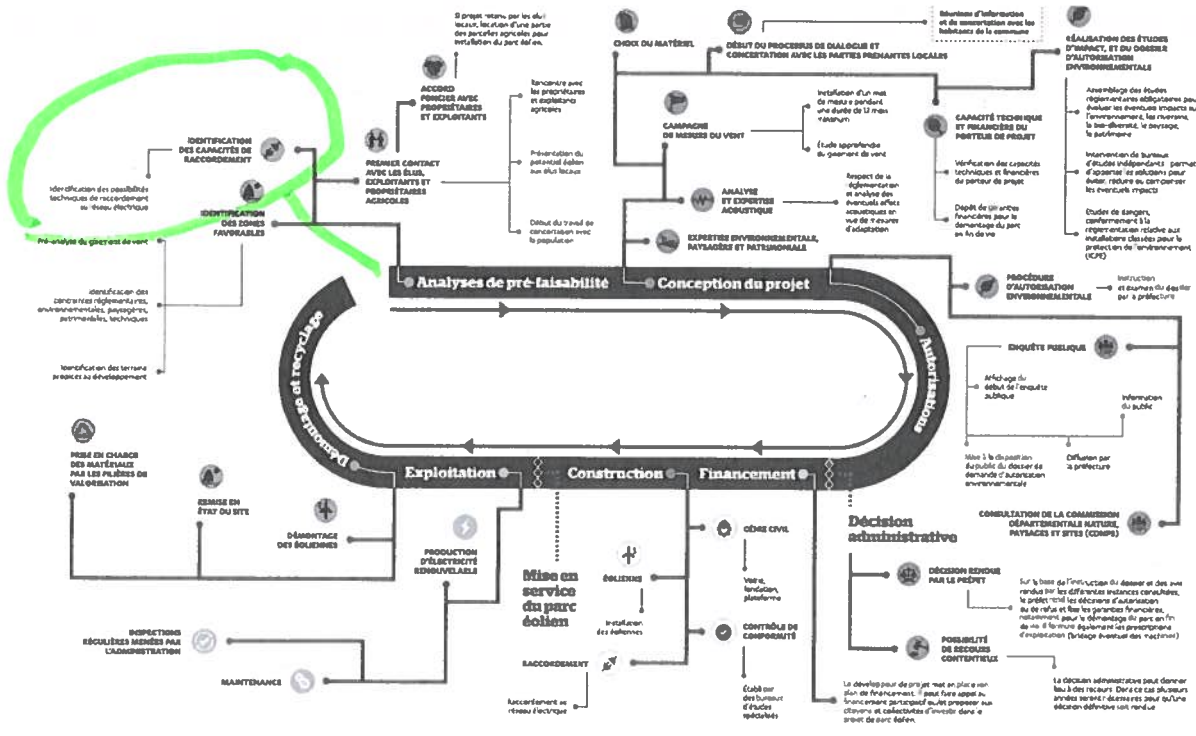
92055 La Défense cedex

Courriel : questions.evaluation-environnementale@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologique-solidaire.fr



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



Télécharger
Le cycle de vie d'un parc éolien (PDF)



📍 France Energie Eolienne
5 Avenue de la République
75011 Paris

☎ 01 42 60 07 41

- Charte éthique
- Charte données personnelles
- Mentions légales
- Nous contacter

Suivez-nous !



Nous utilisons des cookies pour vous garantir la meilleure expérience sur notre site web. Si vous continuez à utiliser ce site, nous supposons que vous en êtes satisfait.

Ok

Observation n°19

Déposée le 20 Décembre 2020 à 18:01

Par KAWALA PATRICK

1 Les Hermitières

86260 SAINT PIERRE DE MAILLE

Observation:

Monsieur le commissaire enquêteur

Je vous adresse la thèse de doctorat de Kévin BARRE qui fait référence en matière d'impact des parcs éoliens sur les chiroptères, et que citent parfois les services de la DREAL.

Elle conclut :

- à l'échec des études d'impact environnementales
- à l'échec des mesures E.R.C

En effet, ces études et mesures sont inadaptées à l'objectif "zéro perte nette de biodiversité".

Elle conclut que les éoliennes entraînent non seulement une mortalité par collision ou barotraumatisme, mais encore une perte d'habitat dans un rayon de 1000 mètres autour des éoliennes.

Or toute mortalité ainsi que toute perte d'habitat doivent faire l'objet d'une demande de dérogation, que le promoteur n'a pas estimé devoir déposer en l'espèce,

Bien cordialement

Patrick KAWALA président de la FAEV

1 document joint.

Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la biodiversité en milieu agricole

Kevin Barre

► **To cite this version:**

Kevin Barre. Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la biodiversité en milieu agricole. Sciences agricoles. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2017. Français. NNT : 2017MNHN0002 . tel-01714548v3

HAL Id: tel-01714548

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01714548v3>

Submitted on 21 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme – ED 227

Année 2017

N°attribué par la bibliothèque

|||||

THESE

Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE
NATURELLE**

Spécialité : Ecologie

Présentée et soutenue publiquement par

Kévin Barré

Le 11 Décembre 2017

**Mesurer et compenser l'impact de l'éolien sur la
biodiversité en milieu agricole**

Sous la direction de : **Christian Kerbiriou, Isabelle Le Viol et Romain Julliard**

JURY :

Mme Lavigne, Claire	Directeur de Recherche, INRA Avignon	Rapporteuse
M. Barbaro, Luc	Chargé de recherche, INRA Toulouse	Rapporteur
M. Petit, Sandrine	Directeur de Recherche, INRA Dijon	Examinatrice
M. Levrel, Harold	Professeur, AgroParisTech/CIRED Nogent-sur-Marne	Examinateur
M. Kerbiriou, Christian	Maitre de conférences, Université Pierre et Marie Curie	Directeur de thèse
M. Le Viol, Isabelle	Maitre de conférences, Muséum National d'Histoire Naturelle	Directrice de thèse
M. Julliard, Romain	Professeur, Muséum National d'Histoire Naturelle	Directeur de thèse
Mme Iaquina, Marie	Docteur, Agrosolutions groupe InVivo	Invitée
M. Chiron, François	Maitre de conférences, AgroParisTech	Invité

Préface

« En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. »

Principe 15 du sommet de la Terre de Rio de Janeiro, 1992.

Malgré un essor considérable depuis une vingtaine d'années les parcs éoliens terrestres continuent aujourd'hui d'impacter la faune volante, avifaune et chiroptères, sans que les développeurs, législations, politiques et scientifiques ne réussissent réellement à enrayer les pertes de biodiversité engendrées. Ces difficultés tiennent au fait que les éoliennes constituent un cas particulier de projet d'aménagement avec un impact, mortalité et pertes d'habitats par répulsion, qui se produit durant toute la durée de l'exploitation en phase post-construction. Aujourd'hui l'ensemble de la communauté, des naturalistes aux chercheurs, s'accordent pour dire que l'impact est systématique, que les mesures visant à sa réduction montrent une certaine efficacité sans qu'elle ne soit totale, et sur la nécessité d'anticiper la compensation de ces impacts trop longtemps ignorés aussi imprécise soit-elle.

Pour toutes ces raisons, par précaution et face à une accélération de la croissance de l'éolien malgré la mise en lumière progressive des enjeux de biodiversité, certaines régions en France ont pris des dispositions proactives. Cela fut le cas de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Champagne-Ardenne qui de manière arbitraire a imposé aux développeurs éoliens en milieu agricole de compenser les pertes potentielles de biodiversité par deux hectares de jachère par éolienne. Cette mesure s'est

avérée difficile à mettre en œuvre dans un contexte agricole très productif où geler des terres était peu envisageable. L'opérateur de compensation, Agrosolutions filiale du groupe coopératif agricole InVivo, chargé de mettre en application cette règle de deux hectares de jachère par éolienne, a alors sollicité le Muséum National d'Histoire Naturelle, en particulier le laboratoire Centre d'Ecologie et des Sciences de la COnservation (CESCO-UM7204), pour trouver une solution pertinente à ce problème à savoir trouver des mesures de compensations alternatives et acceptables par le monde agricole. Ce contexte initial a donné naissance à cette thèse, faisant l'objet de l'article 3 de ce manuscrit dans le chapitre 2.

Les mesures alternatives alors proposées ont permis le déblocage d'une situation dans laquelle la compensation n'aurait pas eu lieu. Même si ce premier résultat était bien entendu très positif, celui-ci n'en restait pas moins arbitraire, puisque les travaux ne reposaient finalement que sur l'équivalence écologique de mesures alternatives par rapport à une mesure de départ, définie indépendamment d'une quantification précise de l'impact des éoliennes. En tant qu'écologue et jeune chercheur, j'ai donc tenté à travers cette thèse d'aller plus loin dans l'amélioration de la prise en compte de la biodiversité dans les projets de parcs éoliens, en évaluant quantitativement une partie de l'impact des éoliennes jusqu'ici méconnue à savoir les pertes d'habitats engendrées par répulsion sur la faune. Puis j'ai évalué les gains écologiques qui pourraient être apportés par d'autres types de mesures jusqu'ici peu étudiées, à savoir les changements de pratiques agricoles. Les travaux se sont ainsi déroulés en collaboration avec les autorités environnementales ainsi qu'un opérateur de compensation écologique expert-conseil en agroenvironnement Agrosolutions.

Résumé

L'aménagement du territoire et l'intensification agricole constituent deux causes majeures du déclin de la biodiversité. La plupart des projets d'aménagement sont tenus d'appliquer la séquence « éviter-réduire-compenser » (ERC) aux impacts générés, pour atteindre une absence de perte nette de biodiversité. La mise en place de cette séquence dans le cas de la construction de parcs éoliens se heurte à la difficulté d'évaluation et de prédiction des impacts dont la mortalité par collisions avec les chiroptères et l'avifaune. Nous avons en effet montré dans un travail préliminaire que les manques théoriques sur l'évaluation de l'impact combinés à une qualité variable des études réglementaires amènent aujourd'hui à i) un évitement et une réduction peu efficaces, ii) une compensation la plupart du temps inexistante ou hasardeuse. Face aux contraintes d'implantation, les éoliennes sont principalement installées en milieu agricole. Ce dernier, en plus de constituer un espace de production alimentaire, de support d'énergie renouvelable et de biodiversité, doit également assurer le rôle de compensation des impacts générés par la production d'énergie éolienne. Il apparaît d'autant plus urgent d'étudier cette problématique que ces impacts semblent pouvoir affecter les populations d'espèces en fort déclin.

Dans un premier temps, nous avons quantifié un deuxième type d'impact des éoliennes, la répulsion exercée sur les chiroptères, jusqu'ici largement méconnue et de ce fait non pris en compte dans les projets d'implantation. Nous mettons en évidence un fort impact négatif de la présence d'éoliennes sur la fréquentation des haies par les chiroptères jusqu'à une distance minimale de 1000 m autour de l'éolienne, engendrant ainsi d'importantes pertes d'habitats. Or, à l'échelle du nord-ouest de la France, 89% des éoliennes sont implantées à moins de 200 m d'une lisière arborée (haie ou forêt), cette distance constituant une recommandation européenne. Cette étude améliore donc les connaissances liées à l'implantation des éoliennes pour optimiser l'évitement d'une partie des impacts, les rendant compensables par leur quantification.

Nous avons ensuite comparé différentes mesures couramment utilisées en compensation (jachères et infrastructures agroécologiques), en développant un calcul d'équivalence multi-taxonomique entre ces mesures. Ceci a permis en toute transparence de proposer des alternatives aussi efficaces à une mesure peu acceptable (par exemple les jachères en contexte grandes cultures), maximisant les leviers de mise en place de la compensation.

Enfin, nous avons évalué la faisabilité de mesures compensatoires potentiellement plus acceptables, non plus axées sur l'ajout d'éléments dans la matrice agricole, mais sur des mesures visant directement la qualité de cette matrice support de biodiversité. En se focalisant sur des changements de pratiques agricoles n'engendrant pas ou peu de pertes de rendement, nous montrons que la simplification du travail du sol peut apporter de forts bénéfices à l'avifaune et aux chiroptères. Toutefois, ce bénéfice peut fortement varier en fonction des pratiques visant à limiter l'excès de végétation spontanée générée par l'absence de labour. Une diminution du travail du sol et de l'usage d'herbicides peuvent créer des gains comparables à ceux obtenus en agriculture biologique.

La thèse souligne l'urgence de reconsidérer les stratégies actuelles d'implantation et d'exploitation des éoliennes en milieu agricole, causant de fortes pertes d'habitats et une mortalité systématique. Elle montre aussi qu'en dépit des manques de connaissances limitant les possibilités d'un dimensionnement des mesures compensatoires fondé sur une quantification intégrale des impacts, nous sommes en mesure d'apporter d'ores et déjà des gains écologiques efficaces en milieu agricole grâce à des mesures acceptables par l'ensemble des acteurs.

Abstract

Land-use planning and agricultural intensification are two major causes of biodiversity loss. Most of development projects have to apply the mitigation hierarchy, i.e. avoid, reduce then offset impacts on biodiversity, in order to achieve the no net loss. Wind farm installation makes the mitigation hierarchy application difficult due to the lack of knowledges regarding the quantification and the prediction of impacts, characterized by collisions of birds and bats with turbines. In a preliminary study we showed that the current fail of impact assessment studies in i) the avoidance and the reduction as well as ii) the offsetting of impact, are mainly linked to a lack of theoretical knowledges and a low quality of studies. Installation constraints often imply to implement wind turbines in farmland areas. Such areas have the triple function of food production, renewable energy and biodiversity carrier, but they also have to offset impacts on biodiversity, which are generated by wind turbines. Thus, there is an urgent need to improve the consideration of impacts on biodiversity in projects, which would have underestimated effects on populations.

In a first time, we quantified a new type of impact: the wind turbine revulsion on bats. This impact is so far little known and not taken into account in assessment studies for wind farm installations. We highlighted a negative long distance impact (over 1000 m) of wind turbine proximity on bat activity at hedgerows, which is a highly attractive habitat for this taxa. These strong negative impacts currently lead to high losses of habitat use. Moreover, at the region scale study (north-west France), 89% of turbines are implemented at less than the European recommendations (200 m to wooded edges -hedgerows or forests). Thus, this study improved knowledges in order to optimize avoidance of this impact and made them measurable allowing their offsetting.

We then compared different commonly used offsetting measures (i.e. fallows and agroecological elements), by developing a method for calculating ecological equivalences between offset measure. This allowed in complete transparency to find alternative measures as efficiently as an initial low acceptable measure (i.e. fallows in open field area). Such a method allowed an effective implementation of measures.

Finally, we assessed the ecological gain provided by new types of measures such as changes in farming practices. Unlike classic measures which are usually an implementation of new elements in the landscape, changes in farming practices consist in quality improving of arable land features. Because we studied changes which do not implies losses of yield, or low in first years after changes, such measures are potentially more acceptable for farmers. We showed that tillage and herbicide reduction could positively impact birds and bats. However, to reduce tillage (i.e. no ploughing) implies to adapt the method to control weeds, previously performed by ploughing. Several possibilities can be used such as cover cropping or herbicide use intensification. In this context, our results also highlighted that positive impacts could vary significantly among underlying weed control possibilities. For instance, tillage reduction, when one herbicide pass is removed, generates as much ecological gain than organic farming system.

This PhD thesis highlights the urgent need to adapt wind energy planning and these exploitation in farming areas, due to high habitat loss and systematic mortality. This thesis also shows that despite the current lack of knowledges, preventing to design offsetting measures facing to quantified impacts, implementation of acceptable measures for stakeholders may provide effective gains for bats and birds.

Remerciements

Je remercie tout d'abord les membres de mon jury, **Claire Lavigne, Luc Barbaro, Sandrine Petit, Harold Levrel, Marie Iaquina** et **François Chiron**, d'avoir accepté de mobiliser du temps pour porter un regard sur mes travaux.

Mes premiers remerciements s'adressent ensuite à **Christian Kerbiriou**, pour m'avoir fait confiance depuis le tout départ, pour sa générosité son partage sans compter. Je remercie aussi mes deux autres encadrants, **Isabelle Le Viol** pour sa gentillesse aux milles conseils poussant toujours plus haut, et **Romain Julliard** dont la justesse des mots et des idées me surprendra toujours. J'ai beaucoup appris à vos côtés, c'est une chance de recevoir un encadrement d'une telle qualité scientifique et humaine.

Sans le reste de l'« équipe chiro » cette thèse n'aurait pas la même saveur, j'ai adoré chaque moment passé avec vous que ce soit en réunion, lors de colloques, sur les quais de gare ou autour d'un verre à refaire le monde de la conservation des chauves-souris, un grand merci donc à **Fabien Claireau, Julie Pauwels, Charlotte Roemer** et **Clémentine Azam**, ainsi qu'à **Julie Marmet** si importante dans les relations avec le monde associatif et soucieuse du bien-être de ses collègues, à **Jean-François Julien** pour ces heures de discussions chaque fois plus passionnantes, et enfin je remercie **Yves Bas** pour le partage de son immense expérience et dont la capacité à éclaircir une situation complexe et développer des outils indispensables à notre travail quotidien m'impressionnera toujours.

Cette thèse c'était aussi le bureau Coquelicot, rempli de personnes passionnées et travailleuses auprès de qui il fait bon travailler, merci à **Mona Omar**, à **Simon Veron** pour son écoute, merci à toi **Ana Cristina** pour tes sourires en toute circonstances, à **Nelida Padilla** retournée trop vite en Espagne finir sa thèse dont la bienveillance nous manque, à **Margaux Alarcon** nouvellement arrivée dans le bureau et qui assurera la relève, à **Ana Kondratyeva** toujours prête à aider peu importe si le temps le lui permet, à **Typhaine Rousteau** dont la gentillesse à peu d'égal et évidemment un grand merci à **Gabrielle Martin** dont la douceur et l'optimisme des paroles ont souvent transformé mes peurs en force, merci à vous pour toutes vos attentions. Au-delà de ce bureau de l'autre côté du couloir je remercie aussi **Minh-Xuan Truong** pour ces échanges rassurants lors des pauses thé.

Un merci spécial à **Elie Gaget** et **Nicolas Dubos** pour m'avoir éclairé à toute heure lorsque R me provoquait des insomnies, les triples interactions, c'est quand même complexe ! Dans la série des remerciements spéciaux, c'est à toi que je décerne la palme de la truite **Léo Bacon** le pêcheur, d'un altruisme étonnant tu es aussi la seule personne que je connaisse à apporter des croissants à ses collègues le samedi matin !

Je tiens aussi à remercier l'ensemble du CESCO, difficile de citer toutes les personnes qui ont eu une importance dans ma thèse à un moment ou à un autre, mais parmi elles un remerciement particulier à **Claire, Pauline, Théo, Olivier, Charles, Diane, Thibault**, et une dédicace spéciale à notre runneuse en herbe **Adrienne** et ses courbatures.

J'adresse également mes sincères remerciements à mon comité de thèse pour ses avis éclairés m'ayant permis de prendre du recul sur mes travaux à peine sorti des manips de terrain, constitué d'**Emmanuelle Porcher, Nathalie Machon, Rodolphe Sabatier, Nathalie Frascaria-Lacoste et Clélia Sirami**.

Du côté technique je remercie **Arnaud Le Nevé** et **Francis Olivereau** des DREAL Pays de la Loire et Centre pour m'avoir éclairé sur la complexité et l'organisation des services instructeurs pour la recherche de rapports réglementaires, les coopératives agricoles et agriculteurs de l'Essonne dont **Jean-Charles Desforges** pour leurs conseils avisés sur la complexité des pratiques agricoles et itinéraires techniques, ainsi que **François Chiron** de m'avoir permis d'étudier les pratiques agricoles du plateau de Saclay. Dans la même lignée, je suis particulièrement reconnaissant envers le personnel d'Agrosolutions m'ayant parfois conseillé en agronomie, dont **Jérôme Thibierge**, ainsi qu'à **Pierre Compère, Marie Iaquina** et **Carole Zakine** qui auront facilité bien des démarches administratives et de terrain. Je remercie aussi les stagiaires que j'ai pu co-encadrer, dont **Roger Coly** qui aura contribué dans les orientations de la thèse, **Anais Demagny, Mathilde Pau** et **Paul Nicolas** de m'avoir prêté main forte sur le terrain.

Concernant le terrain justement, l'importante expérimentation que j'ai menée dans le grand-ouest de la France en contexte éolien et dans des conditions rudimentaires à travers 5 départements armée d'une tente, d'un réchaud et d'enregistreurs à chauves-souris, a été rendue plus facile grâce à l'accueil chaleureux de mes oncles et tantes quelques jours, un grand merci à **Yannick** et **Marie-Laure**, ainsi qu'à **Philippe** et **Morgane**.

Evidemment réussir une thèse c'est aussi une vie personnelle équilibrée et des amis chez qui on trouve du réconfort dans les moments difficiles, un immense merci à **Guillaume** et **Aurélie Bouget** ainsi qu'à **Tiphaine Dubreil** pour leurs amitiés sans faille et de longue date, qui ont su m'écouter sans juger, et m'ont tendu la main tant de fois pour me relever. Pendant mes congés, j'ai souvent pris mes baskets pour de longues semaines d'entraînements en montagne, au retour desquels j'ai adoré les crêpes et gâteaux de Vaunaveys-la-Rochette, concocté par toi **Lucie Defernez**, pendant qu'**Arthur Vernet** débrieffait sur mes sensations et que **Julien Cornut** réfléchissais à de nouveaux itinéraires pour le lendemain. Merci à vous trois pour votre amitié sans relâche et de vous être tant soucieux de moi tout du long, à toi **Arthur** pour ces heures de conversation de remise en question de nos convictions scientifiques et naturalistes, et à toi **Julien** pour ton altruisme et ton regard sur mes travaux.

Enfin, sans ma famille, tout particulièrement mes parents, **Vincent** mon frère et **Lucie** ma sœur, tout ceci n'aurait probablement pas eu lieu, ils sont à l'origine des déclics m'ayant servi de base pour cultiver ma curiosité et en arriver là, merci à eux de m'avoir supporté, et surtout dans les échecs.

Puisque le cerveau a cette formidable capacité à combler les mots manquants à la lecture, merci à vous trois, Aurélie, Arthur et Margaux, pour vos relectures soigneuses.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	17
1. Le déclin de la biodiversité : causes, conséquences et solutions.....	17
2. Les systèmes agricoles : support de biodiversité.....	19
2.1. Impacts de l'intensification agricole	19
2.2. Limites des leviers de réduction des impacts de l'intensité agricole.....	23
2.3. Intensifier les efforts de conservation dans les espaces productifs.....	25
3. L'aménagement du territoire et la biodiversité.....	31
3.1. Les dispositions réglementaires.....	31
3.2. L'énergie éolienne : un cas particulier de projets.....	33
3.3. L'échec des études réglementaires dans la minimisation des impacts de l'éolien	40
3.4. Vers une amélioration des connaissances sur la quantification des impacts et leur compensation.....	43
4. Orientations et plan de la thèse.....	45
CHAPITRE 1 : Comment évaluer et minimiser l'impact de l'implantation d'éoliennes sur les chiroptères en milieu agricole ?	51
Introduction	53
<u>Article 1. Barré K., Bas Y., Le Viol I., Julien JF., Julliard R., Kerbiriou C. A robust semi-automatic method to account for identification errors in bat acoustic surveys.</u>	
Annexes.....	85
Étude des pertes de fréquentation d'habitats engendrées par les éoliennes sur les chiroptères.....	89
<u>Article 2. Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R., Kerbiriou C. Impact of wind turbines on bat activity: an omitted long-distance concern leading to high loss of habitat use.</u>	
Annexes.....	117
Discussion & perspectives.....	133
1. Approche méthodologique pour l'utilisation des données générées par les détecteurs-enregistreurs passifs	133
2. Mesure de la perte d'attractivité des habitats engendrée par les éoliennes	136
3. Pratique d'évitement de l'impact des installations éoliennes au regard de la réglementation et des pertes d'attractivité des habitats	137

CHAPITRE 2 : Quelles mesures d’accompagnement ou de compensation en réponse à l’implantation d’éoliennes ? 139

Introduction 141

Article 3. Millon L., Barré K., Julliard R., Compere P., Kerbiriou C. The assessment of ecological equivalences supporting the implementation of offset measures: a case study in intensive farming landscape in north-west France.

Annexes 181

Vers d’autres formes de compensation : les changements de pratiques agricoles 203

Article 4. Barré K., Julliard R., Le Viol I., Chiron F., Kerbiriou C. Tillage and herbicide reduction mitigate the gap between conventional and organic farming effects on foraging activity of insectivorous bats.

Annexes 237

Optimiser les gains écologiques de la simplification du travail du sol 251

Article 5. Barré K., Le Viol I., Julliard R., Kerbiriou C. Weed control method drives conservation tillage efficiency on farmland breeding birds.

Annexes 281

Discussion & perspectives 297

DISCUSSION GENERALE 303

1. Le rôle des études et décisions réglementaires dans l’optimisation de l’évitement et de la réduction des impacts de l’éolien 303

2. Les pertes d’habitats : conséquences sur le positionnement des éoliennes 308

3. Quantifier et compenser les pertes d’habitats générées par les éoliennes 314

4. Encourager la mise en place de mesures d’accompagnement et maximiser leurs bénéfices sur la biodiversité 319

5. Implications pour un développement de l’éolien durablement respectueux de la biodiversité ... 326

REFERENCES 329

ANNEXE 347

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.

Liste des figures

Figure 1. Agriculture Européenne. (Gauche) Les tailles d'exploitations sont particulièrement importantes à l'ouest et au nord de l'Europe et ont augmenté à l'ouest (+27%) et pour les nouveaux états membres (+30%) depuis 2005. (Milieu à gauche) L'utilisation de fertilisants par les nouveaux états membres en augmentation dans la dernière décennie (les autres types d'intrants chimiques montrent des tendances similaires). (Milieu à droite) Déclin des oiseaux agricoles en Europe depuis 1990. (Droite) Diversité culturelle moyenne dans les différents états membres par rapport au minimum requis par la nouvelle PAC (lignes horizontales) (extrait de Pe'er et al. 2014).

Figure 2. Effet de l'indicateur d'intensité agricole (coût d'intrant/ha) sur la taille et la composition des communautés d'oiseaux. Effet sur (a) la richesse spécifique, (b) l'indice de spécialisation de la communauté, (c) le niveau trophique de la communauté, et (d) l'indice de spécialisation aux prairies de la communauté des oiseaux (extrait de Teillard et al. 2015).

Figure 3. Facteurs et contraintes affectant les choix des agriculteurs (extrait de Reganold et al. 2011).

Figure 4. Compromis entre biodiversité et production alimentaire à travers toutes les allocations d'intensité de trois scénarios de changement agricole. La performance de biodiversité reflète la diversité nationale des communautés d'oiseaux en réalisant la somme des coefficients de variation des trois descripteurs de communauté (indice trophique, indice de spécialisation et indice de spécialisation aux prairies) à l'échelle nationale (France). La croix représente l'allocation de référence actuelle. Les couleurs désignent les trois scénarios, et les couleurs vives représentent les allocations optimales (extrait de Teillard et al. 2016).

Figure 5. Evolution du rendement des cultures (moyenne \pm erreur standard) calculé comme le ratio de la moyenne des rendements régionaux et nationaux pour toutes les cultures (blé, colza et soja) pour (a) la surface cultivée et (b) la parcelle entière incluant les portions supprimées pour la création d'habitats semi-naturels. Les lettres indiquent les différences significatives ($p < 0.05$) (extrait de Pywell et al. 2015).

Figure 6. Ecart de rendements entre plusieurs systèmes en semi-direct versus labour (ligne pointillée) en fonction du climat (sur la gauche) (a) sec ou (b) humide et de l'ancienneté de transition du système vers le semi-direct (sur la droite). Les systèmes en semi-direct varient en fonction de la présence ou non de deux autres principes de l'agriculture de conservation : +RR+CR (résidus et rotation), +RR/+CR (résidus ou rotation) et -RR-CR (pas de résidus ni de rotation) (extrait de Pittelkow et al. 2014).

Figure 7. Représentation graphique de la séquence ERC ayant pour l'objectif l'équivalence écologique entre pertes et gains de biodiversité suite aux impacts d'un projet d'aménagement (L :

pertes écologiques résiduelles ; G : gain de biodiversité apporté par compensation écologique) (extrait de Quétier & Lavorel 2011).

Figure 8. Provenance géographique prédite à l'aide des isotopes stables de l'hydrogène de deux espèces Européennes de chiroptères (A : *Pipistrellus nathusii* ; B : *Pipistrellus pipistrellus*) dans leur aire de distribution tuées par des éoliennes en Allemagne (l'épaisseur des carrés indique la taille d'échantillon) (extrait de Voigt et al. 2012).

Figure 9. Recouvrement entre l'activité des chiroptères et la production nette en énergie pour différents types d'éoliennes (44 à 126 m de hauteur de nacelle) d'avril à octobre 2011 et 2012 (extrait de Voigt et al. 2015).

Figure 10. Relation entre le risqué évalué dans l'évaluation environnementale pré-construction et les mortalités post-construction. (A) Différence de nombre moyen de mortalité par projet où les études pré-construction avaient perçue des niveaux de risque différents. (B) Relation significative entre le risque perçue dans l'étude pré-construction et l'estimation du nombre de mortalité post-construction. La taille des cercles est proportionnelle au nombre de sites à un risque perçue donné (allant de 1 à 3 sites) (extrait de Lintott et al. 2016).

Figure 11. (a) Evolution de l'activité en Pipistrelle commune (nombre de passages) en fonction de la distance à l'éolienne la plus proche. (b) Proportion cumulée des éoliennes installées en régions Bretagne et Pays de la Loire en fonction de leur distance d'implantation aux lisières boisées (forestières et haies) et des périodes avant/après recommandations EUROBATS de 2008 (l'encadré gris montre les distances d'implantations qui devraient être évitées selon les recommandations).

Figure 12. Carte de densité de haies en France et des parcs éoliens installés en 2016.

Figure 13. Effet de la proximité de boisements sur la probabilité de présence de la Pipistrelle pygmée enregistrée sur des haies avec différentes densités d'arbres et sur des secteurs sans haies (extrait de Boughey et al. 2011a).

Figure 14. Principaux cheminements par lesquels le passage d'un système conventionnel à l'agriculture de conservation (semi-direct dans ce cas) peu impacter des éléments clés (en gras et encadrés) du rendement des cultures. Les flèches vertes et rouges indiquent respectivement les effets positifs et négatifs sur les paramètres du système influençant eux-mêmes les éléments clés du rendement. Les pointillés indiquent les effets positifs attendus pour n'agir que quelques années après le passage à l'agriculture de conservation (extrait de Brouder et al. 2014).

Figure 15. Valeur d'importance pour la conservation des oiseaux (ACS) avec et sans couvert herbacé dans (a) les cultures de maïs et (b) les cultures de Soja au cours du temps (jour Julien 80 = 20 Mars et jour Julien 130 = 9 Mai) (extrait de Wilcoxon et al. 2018).

Liste des tables et des encadrés

Table 1. Taux de présence des différentes métadonnées à travers les différents types de dossiers réglementaires Français (EIE : études d'impacts environnementales ; S : suivis) et méthodes d'inventaires (RG : recherche de gîte ; PE : point d'écoute ; EA : enregistrement en altitude ; ES : enregistrement au sol ; TR : transect ; SM : suivi mortalité) (extrait de Coly et al. 2017).

Encadré 1. Définition de la simplification du travail du sol et ses conséquences sur le système agricole.

Encadré 2. Principaux résultats de la méthode semi-automatique de prise en compte des erreurs d'identification dans les suivis acoustiques de chiroptères (article 1).

Encadré 3. Principaux résultats de l'impact des éoliennes sur la fréquentation des habitats par les chiroptères (article 2).

Encadré 4. Espace disponible pour l'installation d'éoliennes dans un sous-ensemble de la zone d'étude en tenant compte des contraintes de biodiversité et de bâti.

INTRODUCTION GENERALE

1. Le déclin de la biodiversité : causes, conséquences et solutions

Il est désormais largement documenté que nous nous trouvons dans une situation de perte globale de biodiversité sans précédent (Régner et al. 2015 ; Ceballos et al. 2017). Enrayer ces pertes de biodiversité a même été reconnu comme un objectif crucial pour le devenir de l'humanité (Cardinale *et al.* 2012), engendrant l'adoption de politiques visant à réduire les impacts d'origine anthropique. Ainsi en 2010, la 10^{ème} Conférence des Parties pour la Convention sur la Diversité Biologique de 1992 adoptait un nouveau plan stratégique global en faveur de la biodiversité pour la période 2011-2020, puis à son tour en 2011 l'Europe lançait une stratégie biodiversité (2011/2307). Cette dernière a pour but l'arrêt de l'érosion de la biodiversité et de la dégradation des services écosystémiques, de restaurer les écosystèmes atteints et de contribuer à la réduction des pertes globales (Régner et al. 2015 ; Maxwell et al. 2016 ; Ceballos et al. 2017).

Face à ces déclin, des mesures de protection d'espèces et d'espaces peuvent être prises. Par exemple l'évolution des statuts de protection, pouvant avoir pour conséquence l'arrêt de la chasse, a pu provoquer des effets positifs sur les tendances de populations d'espèces (Fasola et al. 2010 ; Martínez-Abraín et al. 2016 ; Sanderson et al. 2016). Il est également documenté que les espaces protégés tels que les réserves, parcs ou sites Natura 2000, peuvent jouer un rôle positif sur les tendances d'espèces et de communautés (Devictor et al. 2007 ; Kleijn et al. 2014 ; Gamero et al. 2017), ainsi que limiter les effets négatifs du changement climatique sur les espèces (Gauzère, Jiguet & Devictor 2016). De plus, même si ces espaces protégés ont été définis et gérés pour des espèces menacées, les espèces communes peuvent en bénéficier (Pellissier *et al.* 2013). Pour un certain nombre d'espèces et de communautés ces espaces restent néanmoins peu efficaces (Watson *et al.* 2014). Malgré les tendances observées au sein

des espaces protégés, la dynamique globale de perte de biodiversité ne semble pas ralentir (Butchart *et al.* 2010). En effet, les espaces à vocation de protection occupent dans la plupart des cas une très faible surface (Monde : 13% ; Europe : 18% ; France : 12%). De plus, de nombreuses « *gap analysis* » ont démontré que le positionnement de ces espaces protégés n'apparaît pas toujours pertinent lorsqu'on considère les diversités taxonomiques et fonctionnelles (Devictor *et al.* 2010). De même, si pour les gestionnaires, atteindre des objectifs de conservation efficaces localement sur certaines espèces reste possible, notamment rares ou menacées, agir sur les communautés à ces échelles semble moins accessible (Dupont *et al.* 2016).

La surface en espaces protégés et les mesures qui en découlent semblent donc insuffisantes pour enrayer les déclin globaux (Ney-nifle & Mangel 2000 ; Rybicki & Hanski 2013), et ce malgré les stratégies de conservation, réactives ou proactives (Brooks 2006). De plus, il devient difficile dans le contexte actuel de créer de nouveaux espaces de protection stricte (Parcs Nationaux continentaux par exemple), avec tout au plus la mise en place de nouveaux espaces protégés qui sont modérément contraignants du point de vue des activités humaines (Parcs Naturels Régionaux et sites Natura 2000 par exemple). En complément de ces espaces protégés il semble ainsi nécessaire de se focaliser sur les 88% d'espaces restants non protégés, afin d'étudier et limiter plus efficacement les impacts des différentes pressions à l'origine de ces déclin pour préserver les capacités adaptatives et fonctionnelles de la biodiversité. Parmi les principales pressions qui s'exercent sur la biodiversité figurent notamment la surexploitation, l'intensification agricole, l'aménagement et l'artificialisation du territoire, ou encore le changement climatique (Maxwell *et al.* 2016). En plus de constituer à elles-seules la deuxième plus grande source d'érosion de la biodiversité, par leur intensification notamment, les surfaces en terres agricoles sont celles qui font le plus l'objet d'aménagement et d'artificialisation (MEDDE 2011). La conciliation des objectifs de production avec la

conservation de la biodiversité et toutes les fonctions et services écosystémiques qu'elle fournit constitue donc un enjeu majeur (Power 2010). Cet enjeu est d'autant plus fort que le milieu agricole est un milieu stratégique, approprié par l'Homme et support de production primaire, ne devant pas être remplacé par l'artificialisation du territoire et la compensation de ses impacts sur l'environnement. L'article 28 de la loi n° 2014-1170 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, introduit une étude préalable et des mesures compensatoires à la destruction des terres agricoles (décret d'application n° 2016-58 du 28 janvier 2016). Son objectif est d'enrayer les pertes de surface agricoles, dont le risque premier sera de compenser ces pertes sur des espaces semi-naturels. Dans ce contexte, il est important de considérer les territoires agricoles comme étant multifonctions, à la fois productifs et support de biodiversité, où la restauration et l'ingénierie écologique sont essentielles dans le maintien d'un équilibre entre les surfaces agricoles et d'espaces semi-naturels.

2. Les systèmes agricoles : support de biodiversité

Les terres agricoles ont pour vocation première la production, mais jouent aussi un important rôle pour la biodiversité par la surface qu'elles occupent à l'échelle globale (38.5% ; FAO 2011). Selon leur degré d'intensification, ces espaces auront des impacts plus ou moins importants sur la biodiversité, face auxquels beaucoup de solutions existent pour améliorer l'état de la biodiversité en milieu agricole tout en maintenant la même production.

2.1. Impacts de l'intensification agricole

La Politique Agricole Commune (PAC) constitue le principal moteur de l'intensification de l'usage des terres agricoles par la modernisation des moyens de productions (Van Zanten *et al.* 2014). Cette intensification s'est traduite par de profonds changements tels que la généralisation de l'usage de fertilisants, de pesticides, d'un travail du sol plus important et d'une homogénéisation des paysages, notamment par remembrement, menant à des déclin

la fois en termes de diversité et d'abondance des espèces sauvages (Benton et al. 2003 ; Bengtsson et al. 2005). Ces déclin ont été observés sur de multiples taxons tels que la flore et les arthropodes (Wilson *et al.* 1999), les hétérocères (Fox 2013), les chiroptères (Wickramasinghe *et al.* 2003), ou encore l'avifaune (Donald, Gree & Heath 2001). Concernant l'avifaune par exemple, un déclin spectaculaire des spécialistes agricoles est observé depuis 1980 en Europe (par exemple -55% et -67% pour l'Alouette des champs et le Bruant proyer respectivement ; EBCC 2016). L'augmentation de la taille moyenne des exploitations agricoles à l'ouest et au nord de l'Europe, en lien avec de trop faibles diversités culturales à l'échelle des exploitations par rapport au minimum requis par la PAC, ainsi que l'usage de fertilisants, constituent de bons indicateurs des pressions associées à ces déclin (Figure 1 ; Pe'er et al. 2014).

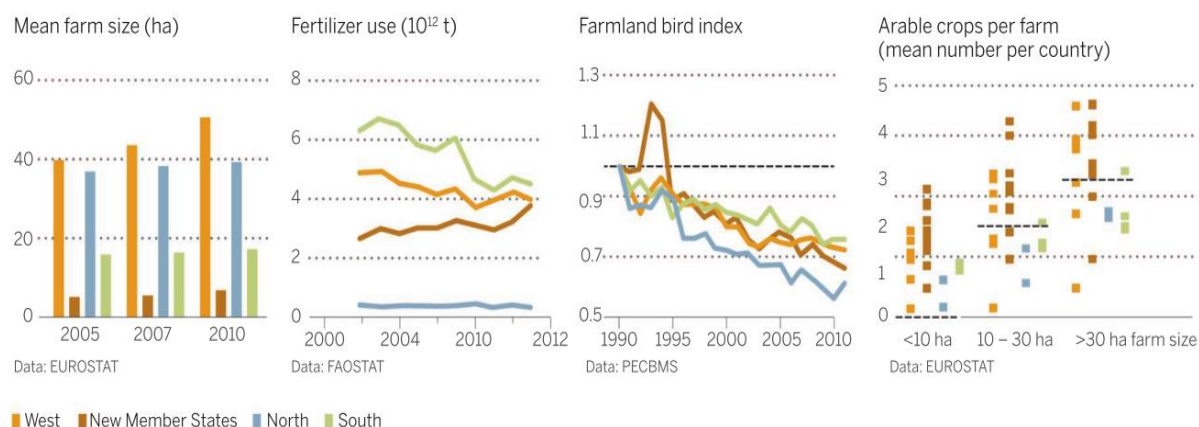


Figure 1. Agriculture Européenne. (Gauche) Les tailles d'exploitations sont particulièrement importantes à l'ouest et au nord de l'Europe et ont augmenté à l'ouest (+27%) et pour les nouveaux états membres (+30%) depuis 2005. (Milieu à gauche) L'utilisation de fertilisants par les nouveaux états membres en augmentation dans la dernière décennie (les autres types d'intrants chimiques montrent des tendances similaires). (Milieu à droite) Déclin des oiseaux agricoles en Europe depuis 1990. (Droite) Diversité culturelle moyenne dans les différents états membres par rapport au minimum requis par la nouvelle PAC (lignes horizontales) (extrait de Pe'er et al. 2014).

Ce degré d'intensification agricole, dont les multiples facettes peuvent être résumées par la quantité d'intrants par hectare (Figure 1), affecte la biodiversité sur de multiples échelles

taxonomiques (Wilson et al. 1999 ; Donald et al. 2001 ; Benton et al. 2002, 2003 ; Wickramasinghe et al. 2003 ; Fox 2013 ; Teillard et al. 2015). Concernant les oiseaux agricoles, dont la diversité et l'abondance sont dépendantes de la disponibilité alimentaire en arthropodes et de graines provenant de la végétation spontanée et des cultures (Holland *et al.* 2006, 2012), l'intensité agricole affecte négativement la richesse spécifique (Figure 2a), favorise les communautés d'oiseaux spécialistes des grandes cultures (Figure 2b), et affecte négativement le niveau trophique de la communauté (Figure 2c) ainsi que la communauté des spécialistes des prairies (Figure 2d) (Teillard et al. 2015). D'une manière générale, l'intensification agricole provoque donc une homogénéisation des communautés, en favorisant seulement les mêmes quelques espèces spécialistes agricoles.

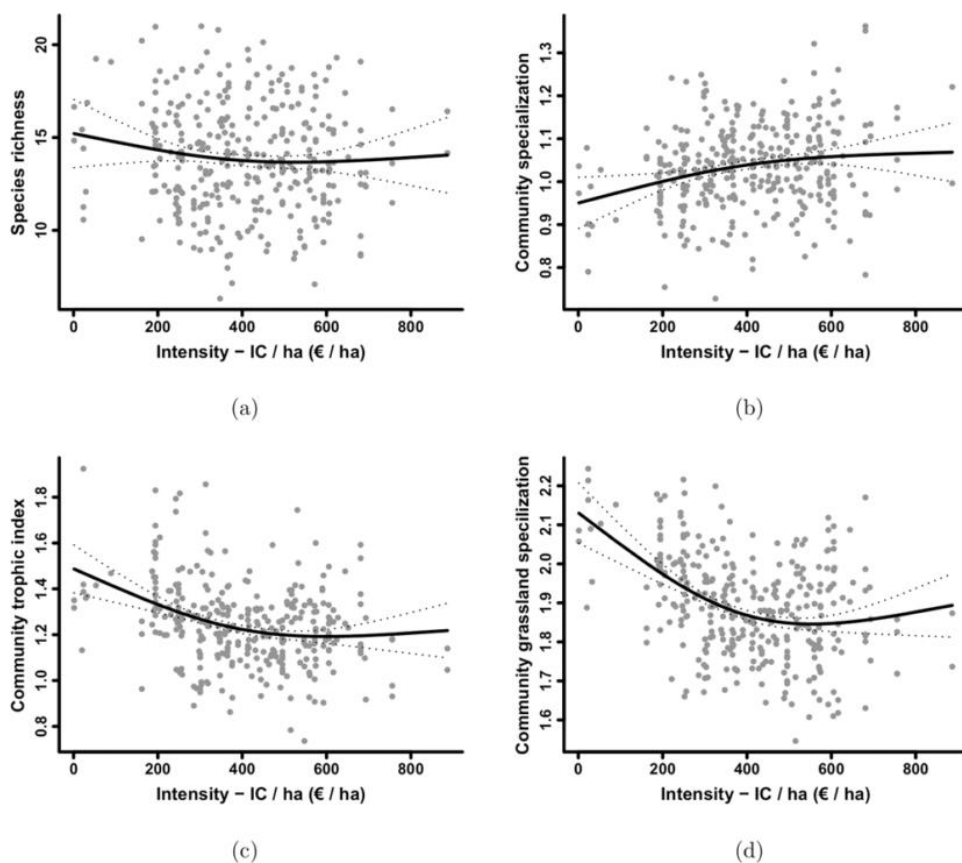


Figure 2. Effet de l'indicateur d'intensité agricole (coût d'intrant/ha) sur la taille et la composition des communautés d'oiseaux. Effet sur (a) la richesse spécifique, (b) l'indice de spécialisation de la communauté, (c) le niveau trophique de la communauté, et (d) l'indice de spécialisation aux prairies de la communauté des oiseaux (extrait de Teillard et al. 2015).

Quelques causes sont identifiées même si leurs rôles respectifs et les mécanismes impliqués dans les déclin restent souvent peu connus, tels que le travail du sol (Holland 2004), les intrants chimiques (Taylor, Maxwell & Boik 2006), et la simplification des rotations ainsi que des paysages (Benton, Vickery & Wilson 2003; Bengtsson, Ahnström & Weibull 2005). Toutes ces orientations de pratiques agricoles ou de conception des paysages par les agriculteurs reposent sur des décisions propres à chacun et à chaque contexte. Ces décisions sont influencées par plusieurs facteurs : les lois du marché économique, les orientations politiques et les connaissances des institutions, tous les trois agissant à toutes les échelles allant du local à l'international (Figure 3 ; Reganold et al. 2011). Ainsi si l'on souhaite soutenir les politiques agricoles qui intègrent plus les enjeux de conservation de la biodiversité, il est important de tenir compte du fait que tout changement dans la façon de conduire une exploitation agricole devra se construire en fonction de ces trois facteurs. Le juste équilibre entre ces principes est indispensable pour maintenir une viabilité économique, en trouvant les solutions permettant d'affecter le moins possible la marge brute des agriculteurs, ou le cas échéant, parvenir à des compensations.

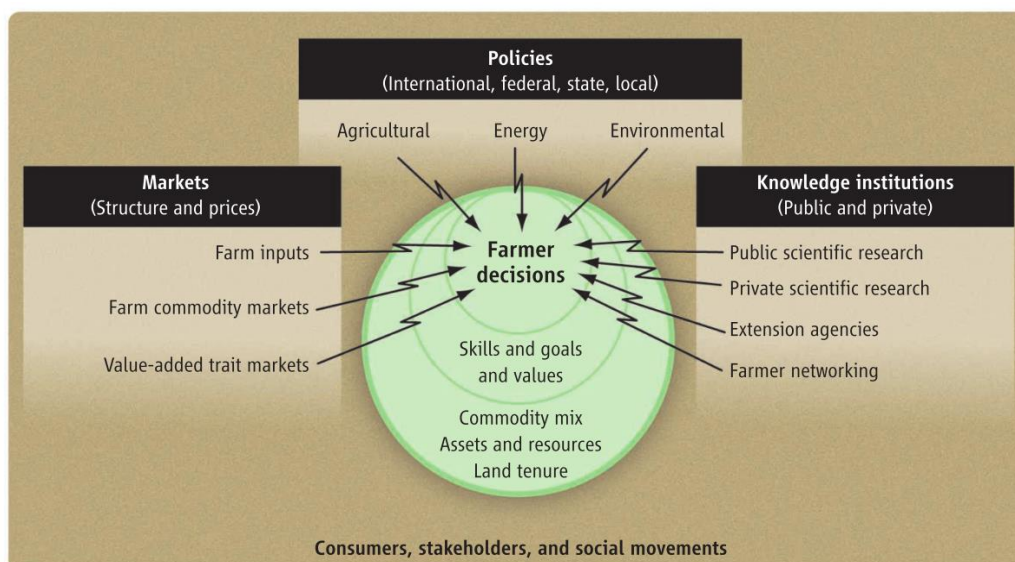


Figure 3. Facteurs et contraintes affectant les choix des agriculteurs (extrait de Reganold et al. 2011).

2.2. Limites des leviers de réduction des impacts de l'intensité agricole

Depuis 2013, la PAC inclut de nouvelles exigences de verdissement (par exemple la réduction de la fertilisation des prairies, bandes enherbées, retard de fauche, jachère fleurie) telles que les surfaces d'intérêt écologique (SIE, paiements directs dans le premier pilier de la PAC) et des changements dans les mesures agro-environnementales (MAE, paiements sur une base volontaire dans le second pilier de la PAC). Ces politiques européennes de verdissement ont pour but de devenir un outil important pour le maintien et la restauration de la biodiversité agricole. Les MAE ont jusqu'ici eu des effets faiblement à modérément positifs sur la biodiversité, notamment car elles ne ciblent pas spécifiquement d'espèces, et car elles sont appliquées sur de trop petites surfaces ou sur des surfaces avec des pratiques agricoles déjà très extensives (Kleijn *et al.* 2006). Certains comme Batary *et al.* (2011) vont plus loin et affirment que cela a pour conséquence d'utiliser de façon inefficace des fonds limités dédiés à la conservation de la biodiversité agricole. Les SIE quant à elles couvrent 3 à 8% de la surface des exploitations agricoles pour un même pays, et peuvent contribuer à augmenter la richesse spécifique de ces zones. En revanche, selon la surface établie, cette contribution varie fortement pour les papillons de jour, les oiseaux et les syrphes (Cormont *et al.* 2016).

En plus de ces outils, jusqu'ici relativement peu efficaces par rapport à l'ampleur des déclinés observés, des réflexions principalement théoriques ont été menées pour tenter de trouver d'autres solutions pour réconcilier la production agricole avec la conservation de la biodiversité sur de larges échelles. Deux principaux scénarios opposés optimisant la conservation de la biodiversité et les fonctions de production ont jusqu'ici été proposés et largement discutés : intégrer les fonctions de production et de conservation au sein de paysages hétérogènes (land sharing) ou séparer les surfaces de production des surfaces de conservation sur des paysages homogènes (land sparing) (Fischer *et al.* 2008). Ces deux stratégies sont fréquemment controversées, principalement du fait de leur faible réalisme et

applicabilité sur le terrain (Kleijn et al. 2006 ; Rudel et al. 2009 ; Fischer et al. 2014). De plus, leur efficacité est entièrement dépendante i) des objectifs de conservation, selon par exemple que soient visées les espèces ou les fonctions d'écosystèmes, et ii) de l'intensité locale de l'usage des sols et le contexte paysager (Kleijn *et al.* 2011). Aucune de ces deux stratégies n'apparaît actuellement satisfaisante dans les régions agricoles, dont l'efficacité semble dépendre de l'échelle spatiale considérée (Power 2010). Ceci est d'autant plus important que ces paysages agricoles couvrent actuellement 38.5% de l'occupation du sol continental à l'échelle internationale (FAO 2011).

Dans ce contexte et en réponse aux limites évoquées dans la conciliation de la conservation de la biodiversité avec les fonctions de production, il semble indispensable de trouver des approches complémentaires à court terme sans changements radicaux permettant une acceptabilité par les acteurs et ainsi une adoption effective. Accroître le potentiel d'accueil de la biodiversité sans réduire la production agricole est une approche récemment étudiée, nommée « *win-no loss situation* ». En effet, il existe plusieurs possibilités d'optimisation de production alimentaire et d'amélioration de la biodiversité, selon lesquelles il semble possible d'accroître significativement la production sans altérer la diversité des communautés, d'oiseaux dans le cas présent, ou au contraire de maintenir la production actuelle tout en améliorant la biodiversité (Figure 4 ; Teillard et al. 2016).

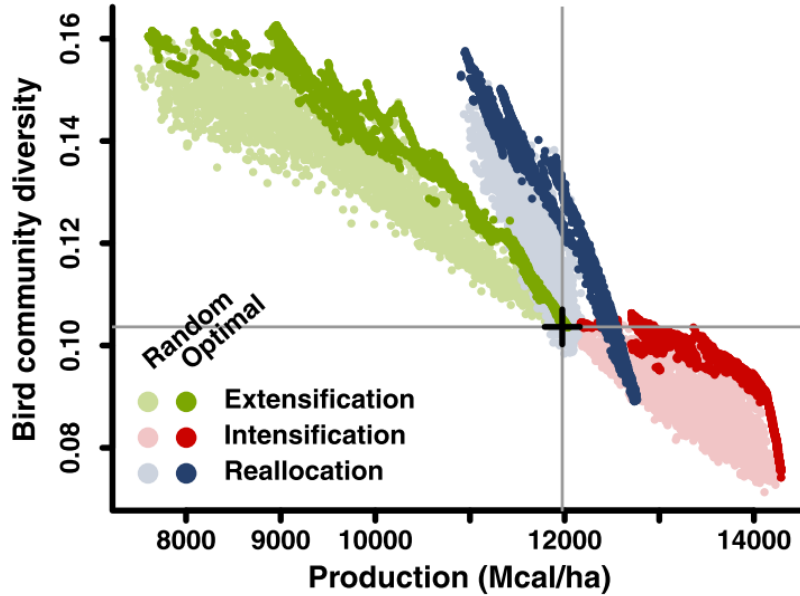


Figure 4. Compromis entre biodiversité et production alimentaire à travers toutes les allocations d'intensité de trois scénarios de changement agricole. La performance de biodiversité reflète la diversité nationale des communautés d'oiseaux en réalisant la somme des coefficients de variation des trois descripteurs de communauté (indice trophique, indice de spécialisation et indice de spécialisation aux prairies) à l'échelle nationale (France). La croix représente l'allocation de référence actuelle. Les couleurs désignent les trois scénarios, et les couleurs vives représentent les allocations optimales (extrait de Teillard et al. 2016).

2.3. Intensifier les efforts de conservation dans les espaces productifs

Intensifier la conservation de la biodiversité sur des espaces de production agricole, tout en minimisant les pertes de rendements, est d'autant plus important que nombreux sont les services rendus par la biodiversité à l'agriculture, notamment aux rendements (Phalan et al. 2011, 2016 ; Deguines et al. 2014 ; Pywell et al. 2015). A titre d'exemple, 3 à 8% de la production mondiale pourrait être perdue en l'absence de pollinisateurs (Aizen *et al.* 2009), dont dépendent 35% des types de cultures dans le monde (Klein *et al.* 2007). Les cultures qui dépendent fortement des pollinisateurs ne voient pas leurs rendements améliorés avec une intensification des moyens de production, suggérant que l'agriculture pour beaucoup de cultures ne peut composer sans la biodiversité (Deguines *et al.* 2014). Il en est de même pour

des taxons situés en fin de réseau trophique tels que les chiroptères insectivores, qui exercent une régulation des ravageurs sur une grande diversité de types de cultures et faisant de ce fait économiser plusieurs milliards de dollars à l'agriculture nord-américaine chaque année (Boyles et al. 2011 ; Maine & Boyles 2015). Dans ces conditions il n'est pas seulement primordial de considérer la biodiversité dans les espaces semi-naturels dédiés, mais également de considérer son interaction avec les cultures. En effet, l'agriculture peut jouer un rôle compensateur en favorisant la biodiversité vis-à-vis des autres grandes menaces qui pèsent sur celle-ci à large échelle, tels que l'aménagement et l'artificialisation du territoire.

Optimiser la biodiversité en milieu agricole sans impacter la production alimentaire comme suggéré, ou même en l'augmentant, nécessite d'améliorer l'efficacité des surfaces semi-naturelles (SIE et MAE) entourant les cultures sans impacter leur rendement. Or comme vu précédemment, une des limites de l'efficacité de ces surfaces est la proportion qu'elles occupent sur les exploitations. Une étude récente suggère que les SIE, qu'elles soient de 3 (ELS) ou 8% (ELS extra) n'impactent pas le rendement des cultures attenantes, que l'on inclut (Figure 5a) ou non (Figure 5b) leur surface dans le calcul du rendement (Pywell et al. 2015). De plus, les rendements en présence de SIE, et notamment d'une proportion de 8%, deviennent significativement meilleurs 4 à 5 ans après leur installation que des parcelles sans SIE (Figure 5 ; Pywell et al. 2015). Ceci démontre qu'à surface agricole équivalente, il est possible d'augmenter la capacité d'accueil de la biodiversité par l'installation de surfaces d'habitats semi-naturels dans les parcelles de production tout en maintenant ou augmentant les rendements grâce aux services écosystémiques rendus par la biodiversité, tels que la pollinisation ou la régulation des ravageurs. Par conséquent selon les résultats de Pywell et al. (2015), une augmentation des surfaces moyennes de SIE par exploitation ne remettrait pas en cause la marge brute des agriculteurs et permettrait d'améliorer l'efficacité de telles mesures initiées par la PAC.

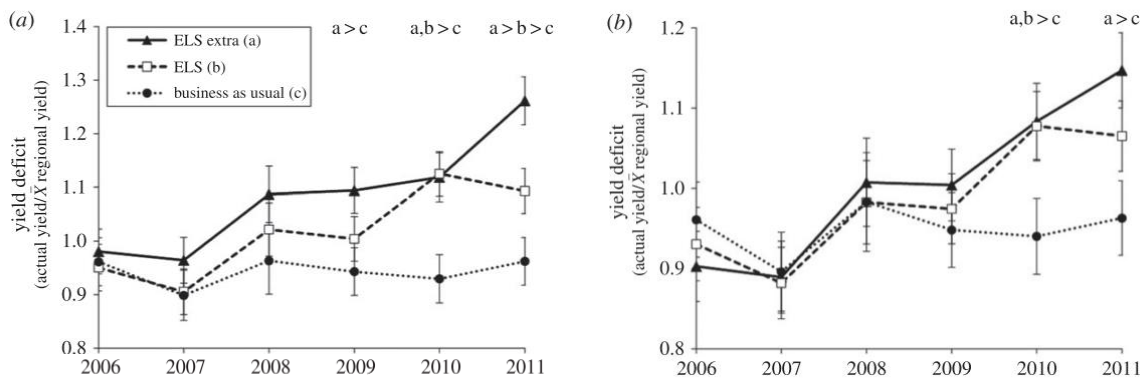


Figure 5. Evolution du rendement des cultures (moyenne \pm erreur standard) calculé comme le ratio de la moyenne des rendements régionaux et nationaux pour toutes les cultures (blé, colza et soja) pour (a) la surface cultivée et (b) la parcelle entière incluant les portions supprimées pour la création d'habitats semi-naturels. Les lettres indiquent les différences significatives ($p < 0.05$) (extrait de Pywell et al. 2015).

En plus de ce type de mesures, des changements intraparcellaires peuvent être envisagés, tels que des changements de pratiques agricoles. En effet, par exemple la réduction de l'utilisation de pesticides, bien qu'engendrant une modification du système agricole, n'est pas antagoniste avec un maintien de la production (Petit *et al.* 2015). De plus, il subsiste actuellement une marge de sécurité relativement importante dans l'application de pesticides (Gaba et al. 2016 ; Lechenet et al. 2017). Il a notamment été montré qu'une réduction de respectivement 37, 47 et 60% d'herbicides, fongicides et insecticides n'affecterait pas en France la productivité et la rentabilité des grandes cultures (Lechenet *et al.* 2017).

D'autres possibilités de changements de pratiques agricoles ont récemment été explorées tels que l'agriculture de conservation reposant principalement sur trois principes : la simplification du travail du sol, le maintien des résidus de culture au sol et la rotation culturale (Pittelkow et al. 2014 ; Encadré 1). Ces techniques sont globalement connues pour être favorables à la biodiversité, notamment la simplification du travail du sol (Kladivko 2001 ; Holland 2004 ; Rodríguez et al. 2006 ; Boscutti et al. 2014) et la complexification des rotations culturales (Benton et al. 2003 ; Bengtsson et al. 2005). Néanmoins, ces relations nécessiteraient des études plus fines étant donné la variabilité de travail du sol simplifié possible, allant du semi-

direct pour lequel le sol n'est plus du tout travaillé, aux techniques culturales simplifiées où le sol est encore travaillé de façon superficielle (Encadré 1).

Encadré 1. Définition de la simplification du travail du sol et ses conséquences sur le système agricole

La simplification du travail du sol est un terme générique englobant une variété de possibilités visant à ne plus retourner le sol (labour). Le labour vise essentiellement à limiter la quantité de végétation spontanée pouvant affecter les rendements. Il est possible de réduire le travail du sol de façon plus ou moins importante, nous étudierons dans cette thèse deux types très différents eux-mêmes variables :

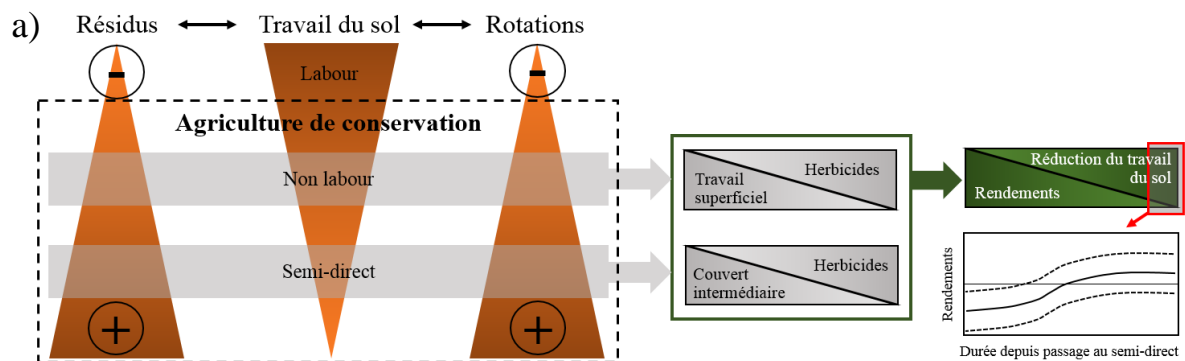
Le non labour, aussi souvent nommé « *technique culturale simplifiée* », consiste à ne plus retourner le sol et à remplacer le labour par du travail superficiel et de l'herbicide, dont les dosages respectifs varient l'un en fonction de l'autre (a) ;

Le semi-direct consiste en une absence de travail du sol, impliquant donc un semi entre les résidus de la culture précédente et de remplacer le labour par un couvert herbacé inter-culture et/ou l'usage d'herbicide, dont les dosages respectifs varient également l'un en fonction de l'autre (a).

Effets négatifs de la réduction du travail du sol : augmentation de la quantité de végétation spontanée, de pathogènes et de ravageurs dans les parcelles ; baisse de rendement possible les premières années (a).

Conséquences sur le système (a) : herbicides ou couvert herbacé intermédiaire pour limiter la végétation spontanée ; complexification des rotations afin de casser le cycle de vie des pathogènes et ravageurs ; rendement dépendant du type de sol, des cultures, des précipitations et de la capacité de stockage de l'eau du sol (Boone 1988; Lampurlanés, Angás & Cantero-Martínez 2002).

Exemples opposés en période inter-culture courte (automne) : travail superficiel couplé aux herbicides produisant peu de résidus (b) ; pas de travail et couvert herbacé intermédiaire produisant beaucoup de résidus (c).



Des études à large échelle tendent à montrer qu'il est envisageable de faire évoluer des pratiques agricoles, par exemple en semi-direct dans un but de conservation de la biodiversité tout en minimisant les pertes de rendements (Su et al. 2007 ; Pittelkow et al. 2014, 2015). Selon ces études le semi-direct réduit globalement les rendements, mais cette diminution est variable et sous certaines conditions peut produire de meilleurs rendements ou équivalents qu'un labour classique. Quand le semi-direct est associé aux deux autres principes de l'agriculture de conservation (résidus de culture et rotation culturale), ces effets négatifs sont minimisés (Pittelkow *et al.* 2014). De plus, il semble plus efficace en climat sec que humide, et la perte de rendement (de 5.7% en moyenne) semble se limiter aux premières années après le passage au semi-direct (Figure 6 ; Pittelkow et al. 2014).

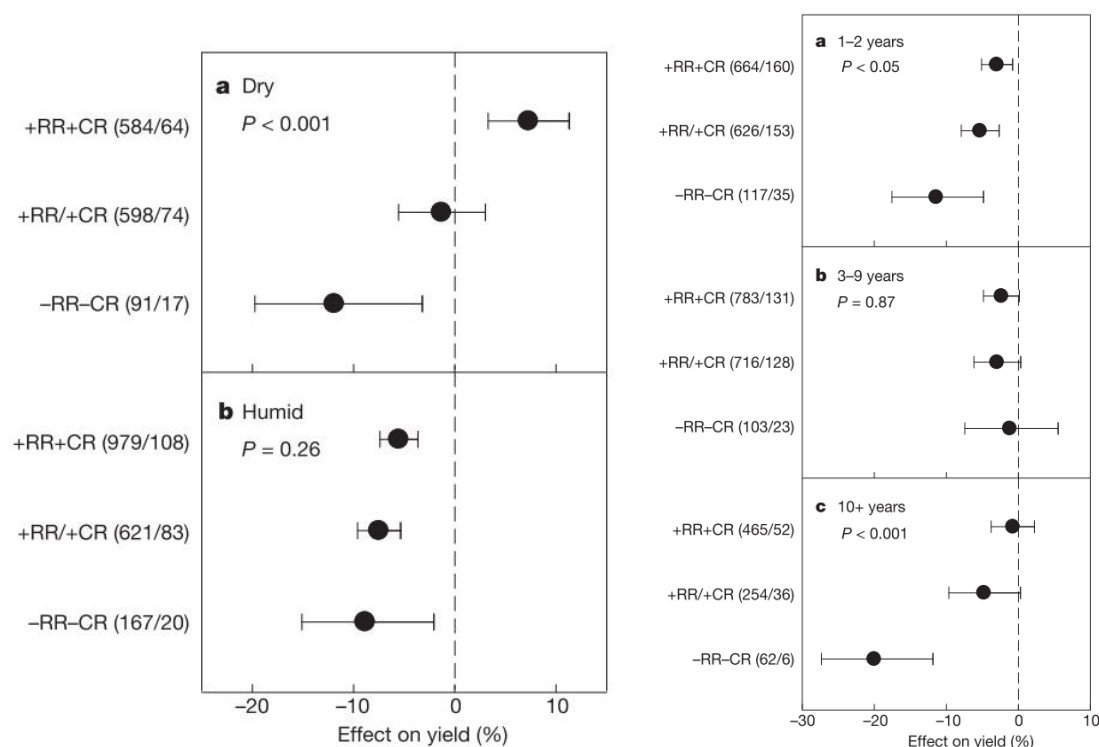


Figure 6. Ecarts de rendements entre plusieurs systèmes en semi-direct *versus* labour (ligne pointillée) en fonction du climat (sur la gauche) (a) sec ou (b) humide et de l'ancienneté de transition du système vers le semi-direct (sur la droite). Les systèmes en semi-direct varient en fonction de la présence ou non de deux autres principes de l'agriculture de conservation : +RR+CR (résidus et rotation), +RR/+CR (résidus ou rotation) et -RR-CR (pas de résidus ni de rotation) (extrait de Pittelkow et al. 2014).

3. L'aménagement du territoire et la biodiversité

Les terres agricoles sont les premières à faire l'objet d'artificialisation (MEDDE 2011), et pour protéger la biodiversité face à cette menace des dispositions réglementaires existent. Ces dispositions présentent une efficacité variable selon les types de projet d'aménagement, notamment concernant l'énergie éolienne pour laquelle la principale difficulté réside dans la quantification et la minimisation des impacts sur la biodiversité.

3.1. Les dispositions réglementaires

La consommation d'espaces due aux projets d'aménagement du territoire comme les infrastructures de transport et les habitations est une autre source majeure d'érosion de la biodiversité (Maxwell *et al.* 2016). Cette consommation d'espace s'accompagne de plusieurs grands mécanismes affectant la biodiversité : la perte brute en habitats, la diminution de leur continuité résultant de la fragmentation par un aménagement territorial spatialement très hétérogène, et les pollutions induites.

Dans ce contexte les aménageurs ont désormais l'obligation d'intégrer les enjeux biodiversité lors de la conception des projets en appliquant la séquence réglementaire « *Eviter Réduire Compenser* » (ERC ; MEDDE 2012). Cette séquence consiste donc à évaluer et quantifier les pertes écologiques engendrées par le projet, puis de tout mettre en œuvre dès la réflexion sur son implantation pour éviter les impacts, les réduire si des résidus subsistent et en dernier recours de les compenser si les précédentes étapes n'ont pas suffi à atteindre l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité fixé par cette réglementation (Figure 7 ; Quétier & Lavorel 2011).

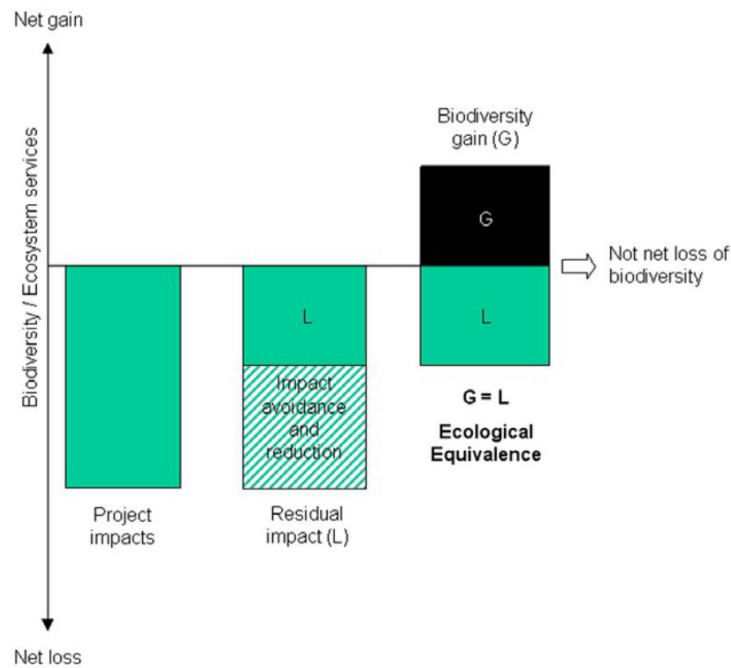


Figure 7. Représentation graphique de la séquence ERC ayant pour l'objectif l'équivalence écologique entre pertes et gains de biodiversité suite aux impacts d'un projet d'aménagement (L : pertes écologiques résiduelles ; G : gain de biodiversité apporté par compensation écologique) (extrait de Quétier & Lavorel 2011).

Même si l'obligation d'évaluer les impacts sur la biodiversité de projets d'aménagement entrepris par les collectivités publiques, ainsi que d'appliquer la séquence ERC, est implémentée dans la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976, ce n'est que depuis l'arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de dérogations aux destructions d'espèces protégées qu'elle est réellement appliquée. La loi Grenelle II du 12 juillet 2010 et son décret du 30 décembre 2011 portant sur l'engagement national pour l'environnement a renforcé cette mise en œuvre en rendant toutes les activités, publiques ou privées, soumises à autorisation environnementale et application de la séquence ERC, selon des critères annexés relevant du code rural, du tourisme, de l'environnement et forestier (par exemple des critères surfaciques dans le cas de déboisements). En pratique, ce dispositif législatif impose l'élaboration d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (études d'impact pour les projets, rapport sur les incidences pour les plans et programmes) par le maître d'ouvrage, puis l'examen par l'autorité autorisant le projet. Certains projets non soumis à autorisation

environnementale font l'objet d'un examen au cas par cas permettant de déterminer si une étude d'impact doit être effectuée. Après la réalisation du projet, la doctrine ERC impose un suivi de l'efficacité des mesures d'évitement, de réduction et de compensation (MEDDE 2012). Cependant, les contours de ces obligations restent flous sans réellement définir les indicateurs à utiliser, la fréquence et la durée des suivis.

Malgré une forte ambition, les directives françaises, en vue de l'application de la séquence ERC, n'abordent pas les dispositions institutionnelles et les bases scientifiques nécessaires pour atteindre l'absence de perte nette de biodiversité, laissant les autorités locales, régionales et souvent les aménageurs eux-mêmes face à son application (Quétier, Regnery & Levrel 2014). Il en résulte actuellement que la demande croissante de compensation s'accompagne d'un traitement au cas par cas très variable et souvent inefficace, menant à des projets de compensation dont le résultat sur le terrain est insatisfaisant (Quétier, Regnery & Levrel 2014). L'imprécision de ces textes mène concrètement à une situation dans laquelle même les impacts sur des espèces aux statuts de conservation les moins favorables ne sont pas toujours compensés, les espèces communes (c'est-à-dire ayant des statuts de conservation plus favorables) étant par ailleurs les grandes absentes de la compensation (Regnery, Couvet & Kerbiriou 2013).

3.2. L'énergie éolienne : un cas particulier de projets

En application des objectifs mondiaux de réduction des gaz à effet de serre définis lors de la Conférence de Kyoto en 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 21ème 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 2005 et 2015, la capacité installée

de production d'énergie éolienne a été multipliée par 7.3 (www.wwindea.org). En Europe, ce poste de production énergétique devrait devenir l'un des plus grands contributeurs, pour atteindre l'objectif de 20% d'électricité renouvelable d'ici à 2020 fixé par la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.

Parmi les projets d'aménagement les plus problématiques pour une application rigoureuse de la séquence ERC, l'éolien et sa forte croissance jouent probablement les premiers rôles. En effet bien qu'étant une énergie renouvelable, les éoliennes ne sont pas exemptes d'externalités environnementales. Elles constituent un cas particulier puisque l'emprise au sol et la destruction d'habitat et d'espèce associées à l'installation sont généralement faibles, ou tout du moins facilement compensables. En revanche, des impacts diffus et continus dans le temps interviennent lors de la phase d'exploitation post-construction et sont de plusieurs natures. Le premier, le plus documenté, concerne des événements de mortalité par collision directe avec les pales du rotor ou barotraumatisme, qui concerne en premier lieu l'avifaune et les chiroptères (Barclay et al. 2007 ; Kunz et al. 2007a ; Baerwald et al. 2008 ; Northrup & Wittemyer 2013 ; Erickson et al. 2014 ; O'Shea et al. 2016). L'article 12 de l'arrêté du 26 août 2011 inscrivant les parcs éoliens au régime des installations classées pour l'environnement (ICPE) prévoit qu' « *Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs* ». Les estimations actuelles de mortalité sont fortement imprécises et varient beaucoup d'une étude à l'autre pour un même Etat : par exemple à l'échelle des Etats-Unis, deux études faisaient état de 10 000 à 573 000 mortalités d'oiseaux par an dont 83 000 rapaces (Smallwood 2013), puis 140 000 à 328 000 par an (Loss, Will & Marra 2013). Egalement, plusieurs études estimaient 166 000 cas de mortalité

pour les chiroptères par an au Canada (Zimmerling & Francis 2016) et 888 000 par an aux Etats-Unis (Smallwood 2013). Concernant l'Europe, plus de 300 000 mortalités de chiroptères par an sont estimées en Allemagne due aux éoliennes (Voigt et al. 2012 ; Lehnert et al. 2014). Même si pour l'avifaune l'énergie éolienne ne semble pas être la première source de mortalité avec 0.57 millions de collisions par an aux Etats-Unis (contre 28.4 millions causés par les lignes haute tension, 199.6 millions par les réseaux routiers, 599 millions par les bâtiments et 2.4 millions par les chats) (Loss, Will & Marra 2015), elle semble constituer la plus grande source de mortalité chez les chiroptères (O'Shea *et al.* 2016). Ces extrapolations large échelle reposent sur des estimations locales basées sur des données de recueil de cadavres, pour lesquelles des méthodes corrigent plus ou moins efficacement les biais pouvant affecter le nombre brut de cadavres observés, à savoir l'efficacité de l'observateur et le taux de prédation (Erickson et al. 2000 ; Huso 2011 ; Korner-Nievergelt et al. 2011, 2013 ; Huso et al. 2014). Il existe donc d'importantes différences entre les effectifs comptés, puis corrigés et extrapolés. De plus, les extrapolations reposent sur des données recueillies à un instant donné, puis estimées de façon continue dans le temps, rendant l'étude des dynamiques des populations très complexe. Il est également établi que l'efficacité des suivis de terrain reste très variable, et dépend notamment de la visibilité au sol sous les éoliennes (Smallwood 2013). Par conséquent le nombre réel de cadavres est probablement sous-estimé au moins de moitié (Péron *et al.* 2013).

Le cycle relativement long des chiroptères avec une fécondité faible, combinée à une forte croissance de l'éolien dans le monde, ont progressivement fait émerger des enjeux du fait d'une forte sensibilité des taux d'accroissements attendus pour des impacts par mortalité des adultes (Kunz *et al.* 2007b). Ce sujet d'étude est d'autant plus complexe que des espèces migratrices longue distance composent ce taxon, comme par exemple la Pipistrelle de nathusius (Figure 8 ; Voigt et al. 2012) et les espèces de noctules, étant parmi les plus

impactées par mortalité durant la migration, et pourtant parmi les moins étudiées (Kunz *et al.* 2007b).

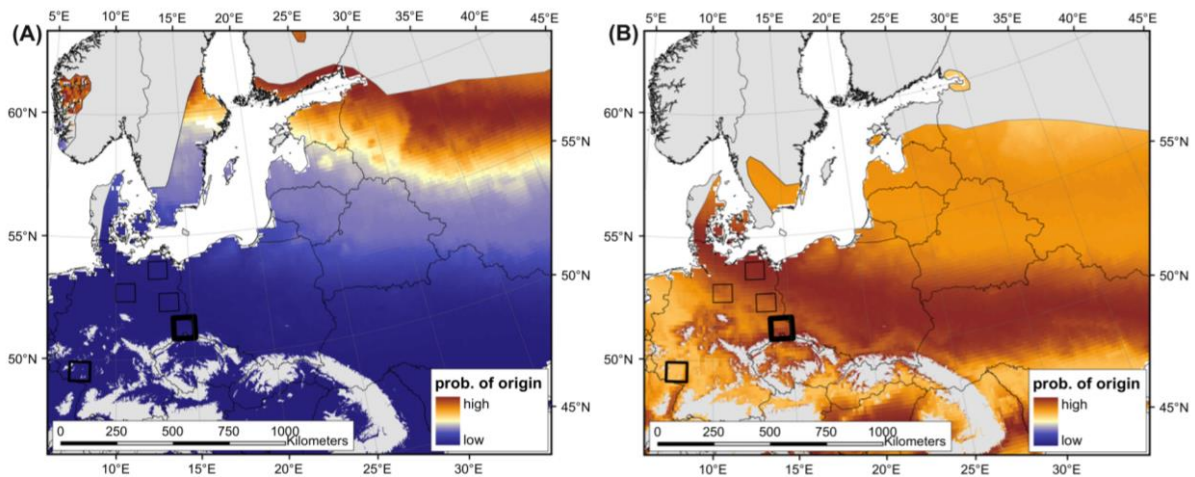


Figure 8. Provenance géographique prédite à l'aide des isotopes stables de l'hydrogène de deux espèces Européennes de chiroptères (A : *Pipistrellus nathusii* ; B : *Pipistrellus pipistrellus*) dans leur aire de distribution tuées par des éoliennes en Allemagne (l'épaisseur des carrés indique la taille d'échantillon) (extrait de Voigt *et al.* 2012).

D'autres espèces sont particulièrement sujettes aux collisions avec les éoliennes, c'est notamment le cas pour les espèces de noctules, comme la Noctule commune dont les événements de mortalité concernent des individus locaux et des migrants (Lehnert *et al.* 2014). Du fait de leur caractère migrateur, les chiroptères sont principalement sensibles aux collisions de fin Juillet à début Octobre par vent faible, période regroupant 90% des événements de mortalité, et également dans une moindre mesure d'avril à juin, l'augmentation de la taille des pales étant un facteur aggravant (Barclay *et al.* 2007 ; Baerwald *et al.* 2009 ; Rydell *et al.* 2010 ; Baerwald & Barclay 2011).

Une question primordiale en conservation est donc de savoir si ces installations peuvent affecter dangereusement la tendance des populations. Les paramètres de dynamique de population pour ce taxon sont parcellaires (Lentini *et al.* 2015). Généralement, les taux de reproduction des chiroptères sont faibles, ce qui peut impacter leur capacité à se maintenir malgré des pertes d'individus par mortalité. Le manque de données empiriques sur les

populations et la démographie des espèces migratrices, limite les possibilités d'évaluer quantitativement l'impact potentiel des éoliennes sur ces espèces (Diffendorfer *et al.* 2015). Néanmoins face à ces lacunes, la sollicitation d'opinions de différents experts sur les paramètres démographiques peut être une première solution. En ce sens, en simulant l'impact par mortalité des éoliennes sur les populations à partir de différents taux d'accroissement, des auteurs ont montré que les populations d'espèces migratrices, pour la plupart des taux d'accroissement définis à dire d'expert, pouvaient chuter drastiquement sur un pas de temps inférieur à 50 ans (Frick *et al.* 2017). De plus, concernant l'avifaune, de faibles taux de collisions peuvent engendrer de forts déclin régionaux pour des espèces telles que le Vautour percnoptère et le Pygargue à queue blanche (Carrete *et al.* 2009 ; Dahl *et al.* 2012 ; Balotari-Chiebao *et al.* 2016). Tous ces éléments amènent à penser qu'il devient indispensable de consacrer les efforts sur l'optimisation des étapes d'évitement et de réduction des impacts afin de minimiser la mortalité.

Jusqu'à présent la mortalité semble être extrêmement variable d'un parc éolien à un autre, sans que de véritables liens de cause à effet soient établis notamment concernant le contexte paysager (Voigt & Kingston 2015). De nouvelles pistes de réflexion commencent à émerger comme par exemple la différenciation sexuelle dans l'impact. En effet une étude récente ayant suivi par GPS des mâles et femelles de Noctule commune en contexte éolien a pu mettre en évidence deux phénomènes différents. Les éoliennes semblent provoquer une répulsion des mâles, qui prendraient visiblement le temps durant leur période d'activité de contourner les parcs éoliens, à l'inverse des femelles, possiblement en raison des contraintes énergétique liées à la lactation durant cette période de l'année, augmentant ainsi le risque de collision (Roeleke *et al.* 2016). Plusieurs études ont documenté l'effet attractif local des éoliennes, à savoir que les individus lorsqu'ils sont proches de l'éolienne n'hésitent pas à venir prospecter autour du mat, des pales et de la nacelle (Horn *et al.* 2008 ; Cryan *et al.* 2014). La répulsion, à

savoir lorsque les individus sont moins nombreux à proximité de l'éolienne qu'à distance de celle-ci, est un type d'impact actuellement très peu étudié et non quantifié. Seulement quelques études tendent à montrer soit une répulsion à l'échelle du paysage des secteurs éoliens sans que les distances d'impact ne soient étudiées (Millon *et al.* 2015), soit sur les petites éoliennes (hauteur de nacelle < 25 m) avec des distances de répulsion relativement peu précises (Minderman *et al.* 2012, 2017). La répulsion, engendrant des pertes d'habitats pour les espèces, est donc un phénomène non quantifié sur les éoliennes classiques. Chez les oiseaux, des problématiques similaires aux chiroptères se posent, notamment le déplacement d'oiseaux nicheurs par répulsion (Shaffer & Buhl 2015), l'évitement des parcs éoliens engendrant une déviation des trajectoires de migration chez les rapaces (Cabrera-Cruz, Villegas-Patracá & Thompson 2016) avec un nombre de collisions qui ne semble pas être lié à l'abondance (de Lucas *et al.* 2008). Concernant l'impact sur les populations, dans le cas de l'Aigle royal par exemple, l'apparente stabilité des populations à l'échelle locale malgré la mortalités due aux éoliennes, semble compensée par les immigrations à l'échelle du continent américain ne remettant pas en cause l'état des populations sur un plan génétique et démographique (Katzner *et al.* 2017).

Toutes ces problématiques inhérentes aux projets éoliens rendent donc l'application de la séquence ERC très difficile du fait des connaissances encore lacunaires et fragmentaires. En effet, la particularité des projets éoliens réside dans le fait que leurs impacts futurs sont à ce jour peu prédictibles et non quantifiables dans l'étude d'impact pré-construction. Ceci provoque une application partielle de la séquence ERC, avec notamment une absence quasi systématique de compensation dans la mesure où les impacts sont inquantifiables, ou tout au plus dans une minorité de cas quelques mesures d'accompagnement non quantifiées telles que l'implantation de haies (Peste *et al.* 2015).

Quelques recommandations existent, cependant issues de travaux collectifs, comme les recommandations EUROBATS (accord relatif à la Conservation des Populations de Chauves-souris d'Europe) publiées en 2008 (Rodrigues *et al.* 2008), et mises à jour en 2014 (Rodrigues *et al.* 2015). Ces recommandations visent à évaluer, pour l'installation d'éoliennes, les impacts potentiels sur les chiroptères et la prise en compte de leurs exigences écologiques. 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. En termes de choix d'implantation, ces recommandations européennes imposent en particulier d'installer les éoliennes à une distance minimale de 200 m de toutes lisières arborées dans le but de minimiser la mortalité, ces lisières concentrant les chiroptères et structurant leur utilisation du paysage (Bouhey *et al.* 2011 ; Frey-Ehrenbold *et al.* 2013 ; Lacoëuilhe *et al.* 2016). Ces recommandations préconisent également des mesures de réductions consistant essentiellement à brider les éoliennes sous certaines conditions météorologiques afin de réduire la mortalité. Globalement le bridage réduit la mortalité, mais il est plus efficace quand l'arrêt des machines est imposé à des vitesses de vent sous 6 m/s plutôt que couramment pratiqué à 4 m/s, avec respectivement un nombre de cadavres divisé par 4.5 et 1.5 (Martin *et al.* 2017). En effet l'activité en chiroptères est relativement étendue en termes de vitesses de vent tolérées, et recoupe donc des vitesses de vent pour lesquelles les éoliennes sont en fonctionnement (Figure 9 ; Voigt *et al.* 2015).

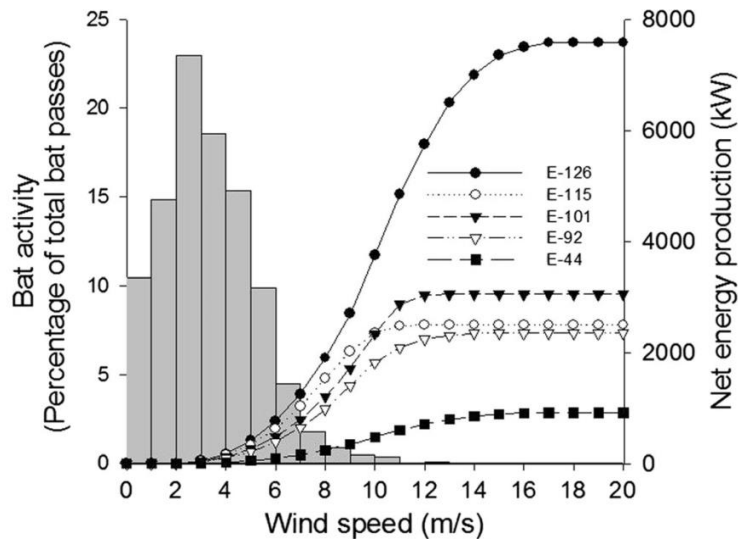


Figure 9. Recouvrement entre l'activité des chiroptères et la production nette en énergie pour différents types d'éoliennes (44 à 126 m de hauteur de nacelle) d'avril à octobre 2011 et 2012 (extrait de Voigt et al. 2015).

Augmenter le seuil de bridage des éoliennes à 6 m/s de vent implique donc une perte de production, mais qui reste relativement restreinte avec une perte de moins de 3% sur la saison et de 1% sur l'année complète, permettant une réduction non négligeable de la mortalité (Martin *et al.* 2017). De plus, intégrer la température comme paramètre de bridage, elle-même connue pour influencer l'activité en chiroptères (Arbuthnott & Brigham 2007), permet de réduire les pertes de production de 18% sans affecter l'efficacité de la réduction de la mortalité (Martin *et al.* 2017). Cependant, la réduction n'est jamais totalement efficace avec une mortalité persistante qui nécessite d'être prise en compte (Baerwald et al. 2009 ; Arnett et al. 2011 ; Martin et al. 2017).

3.3. L'échec des études réglementaires dans la minimisation des impacts de l'éolien

D'une façon générale nous constatons au travers de la littérature que l'application de la séquence ERC pour l'éolien est complexe, les impacts se produisant en phase post-construction, de façon durable et diffuse, mais aussi variable en raison de facteurs souvent inconnus. La difficulté réside essentiellement dans notre incapacité à prédire et quantifier

l'impact futur d'un parc éolien au moment de l'étude d'impact environnemental pré-construction, et prévoir les mesures d'évitement, de réduction et de compensation nécessaires. Bien que la sensibilité des espèces à l'éolien commence à être bien connue, intégrant les hauteurs de vol et les mortalités constatées et pondérées par les abondances relatives des espèces (Roemer *et al.* 2017), il en est effectivement tout autre pour leur prise en compte dans la séquence ERC. Dans la situation actuelle, les études d'impacts pré-construction, et plus généralement la séquence ERC, échouent dans l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité, tout du moins dans la minimisation de l'impact. En effet, si l'enjeu en termes de risque d'impact est détecté en phase pré-construction, plus celui-ci est élevé et plus la mortalité post-construction est importante (Figure 10 ; Lintott *et al.* 2016).

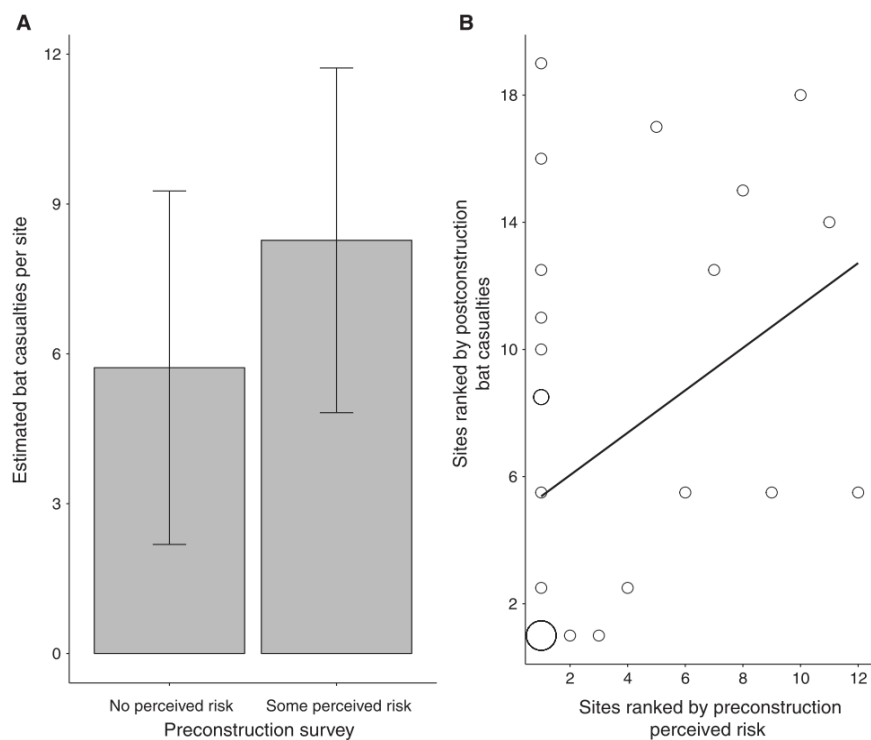


Figure 10. Relation entre le risqué évalué dans l'évaluation environnementale pré-construction et les mortalités post-construction. (A) Différence de nombre moyen de mortalité par projet où les études pré-construction avaient perçue des niveaux de risque différents. (B) Relation significative entre le risque perçue dans l'étude pré-construction et l'estimation du nombre de mortalité post-construction. La taille des cercles est proportionnelle au nombre de sites à un risque perçue donné (allant de 1 à 3 sites) (extrait de Lintott *et al.* 2016).

Face à toutes ces difficultés, **il est apparu nécessaire d'évaluer plus précisément les causes limitant l'efficacité des études, et d'évaluer la faisabilité d'utiliser ces études (pré et post-construction) pour une estimation française de l'impact, ainsi que des stratégies requises pour sa minimisation.** L'objectif était alors de comprendre les sources de variations de l'impact et le quantifier pour faciliter la définition de mesures applicables dans différents contextes. Pour cela nous avons initié une récolte d'études d'impacts et de suivis, par demande systématique auprès de l'autorité environnementale, à savoir les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement ou les Directions Départementales des Territoires, dans certains cas impliquant même des déplacements dans ces structures pour réaliser les copies des dossiers non disponibles en version informatisée. Il en ressort premièrement que les dossiers sont très peu accessibles, avec seulement 5.5% des études d'impacts (20 dossiers) et 6.8% des suivis récoltés (25 dossiers) sur la totalité censée être disponible suite au passage des parcs éoliens à la réglementation des ICPE, pour un total de 48 études d'impacts et 37 suivis récoltés toutes périodes confondues (Coly *et al.* 2017). D'une façon générale l'étude met en évidence une forte hétérogénéité dans la qualité des différentes méthodes employées dans les études, notamment les suivis de la mortalité et les transects acoustiques qui comptent parmi les méthodes les plus mal documentées. Cette hétérogénéité est valable à toutes les échelles : la méthode tous dossiers confondus, le type de structure ayant réalisé l'étude ou encore entre structures d'un même type. Lorsqu'on s'intéresse au contenu des études, il en ressort globalement que des métadonnées pourtant primordiales sont absentes dans certains types d'études et de protocoles. Ceci limite fortement les possibilités d'utilisation des dossiers dans des analyses globales, et donc de regrouper les données à l'échelle nationale en vue d'analyses. Par exemple seulement 39% des dossiers de suivis mortalité précisent le taux de disparition des cadavres par prédation ainsi que l'efficacité de l'observateur, aucun ne donne la vitesse de prospection ou encore le nombre de

passages, seulement 64% renseignent la durée de prospection par éolienne. **L'absence dans les dossiers de ces métadonnées cruciales limitent à ce stade toute méta-analyse visant à combler les manques de connaissances** (Table 1 ; Coly et al. 2017).

Table 1. Taux de présence des différentes métadonnées à travers les différents types de dossiers réglementaires Français (EIE : études d'impacts environnementales ; S : suivis) et méthodes d'inventaires (RG : recherche de gîte ; PE : point d'écoute ; EA : enregistrement en altitude ; ES : enregistrement au sol ; TR : transect ; SM : suivi mortalité) (extrait de Coly et al. 2017).

	Types de dossiers					
	EIE	EIE / S				S
	RG	PE	EA	ES	TR	SM
Protocoles d'inventaires	n = 29	n = 33 / 19	n = 8 / 6	n = 19 / 4	n = 27 / 12	n = 28
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

3.4. Vers une amélioration des connaissances sur la quantification des impacts et leur compensation

Les conclusions précédentes identifient un certains nombres de manques théoriques et empiriques empêchant à l'échelle d'une thèse de résoudre le problème de la prédiction de la mortalité par éolienne, de sa réduction efficace et de sa compensation. Néanmoins en l'attente de connaissances comblant ces lacunes, il reste possible d'étudier les solutions pour accroître les gains sans chercher à les dimensionner aux pertes, qui à l'heure actuelle semblent non quantifiables, comme l'impose la séquence ERC. En effet, le principe de précaution devrait

suffire dans ce contexte d'impacts quasi-systématiques mais non quantifiables, à l'utilisation systématique de compensation, nommée mesure d'accompagnement du fait de l'incertitude associée à une telle démarche. Ainsi, une première manière d'améliorer la situation pourrait déjà être de favoriser le recours à des mesures d'accompagnement. Dans ce contexte il conviendrait d'évaluer les équivalences écologiques potentielles entre les types de mesures d'accompagnement possibles (par exemple les haies, les bandes enherbées, les buissons), et de parvenir idéalement à des méthodes de calcul intégrant un maximum d'espèces, afin d'en extraire les mesures les plus efficaces (Millon *et al.* 2015).

La mortalité est un type d'impact jusqu'ici particulièrement étudié, sans pour autant permettre des résultats totalement satisfaisants sur le terrain. Dans ce contexte il est utile de préciser que les outils réglementaires (étude d'impact et de suivi) permettant de limiter l'impact des éoliennes sur la biodiversité, ne considèrent à l'heure actuelle quasiment aucun autre type d'impact direct que celui de la mortalité, que ce soit dans le choix de l'implantation ou des mesures compensatoires/d'accompagnement. En effet, l'emprise au sol de ces structures étant réduite il n'est pas jugé utile d'étudier d'autres impacts potentiels. Il est donc légitime, au-delà de problèmes non résolus sur la mortalité, d'étudier les autres impacts pouvant influencer les populations, notamment la répulsion des parcs éoliens sur les espèces. Ceci a rarement été étudié mais de premières études tendent à montrer que la répulsion est un phénomène bien existant, que ce soit en période de migration avec les déviations de trajectoires de rapaces par exemple (Cabrera-Cruz, Villegas-Patracá & Thompson 2016), ou hors période de migration pour l'avifaune (Shaffer & Buhl 2015) et les chiroptères (Minderman *et al.* 2012, 2017 ; Millon *et al.* 2015 ; Roeleke *et al.* 2016). Cependant aucune étude ne quantifie avec précision les distances d'impact, ainsi que les pertes de fréquentation d'habitat engendrées et pouvant affecter la dynamique des populations (Ney-nifle & Mangel 2000 ; Rybicki & Hanski 2013 ; Froidevaux *et al.* 2017). La principale raison pour laquelle ce type d'impact est resté non

étudié si longtemps réside dans le fait que la mortalité a rapidement et intuitivement été reliée aux phénomènes d'attraction locale des éoliennes. Ceci donnait alors l'impression qu'une potentielle répulsion bien que plus large échelle irait à l'encontre du constat de mortalité.

4. Orientations et plan de la thèse

L'installation d'éoliennes en paysage agricole intensif est une situation particulièrement courante. En effet les développeurs éoliens installent le plus souvent les parcs éoliens sur les terres cultivées dominées par des « *open fields* » (Staid & Guikema 2013). Une telle tendance s'explique principalement par la distance réglementaire minimale d'implantation vis-à-vis des habitations de 500 m (1000 m prévus dans la proposition de loi du 10 mai 2017 n°4646 de Marc Le Fur), l'héritage naturel (espaces protégés par exemple) et culturel du secteur concerné ainsi que la réticence des riverains à voir des éoliennes implantées à proximité de chez eux. Deux registres d'argumentation des riverains opposés aux projets coexistent. Tout d'abords certains riverains peuvent être favorables aux éoliennes mais n'en veulent pas proche de chez eux (principe de mobilisation « *not in my backyard* » NIMBY ; Trom 1999), par exemple pour des raisons de dérangement sonore et le stress qu'il engendre (Pohl, Gabriel & Hübner 2018). Ensuite, certains riverains peuvent plutôt prôner une sobriété énergétique et l'économie d'énergie pour réduire les besoins en éoliennes (Trom 1999).

La doctrine ERC impose une compensation la plus proche géographiquement et écologiquement du site impacté, amenant dans la plupart des cas de compensation à utiliser des mesures de type infrastructures agroécologiques telles que les haies ou les bandes enherbées lors de projets d'aménagements en milieu agricole. L'installation d'éoliennes en paysages agricoles intensifs, eux-mêmes source d'érosion de la biodiversité, ainsi que leurs mesures associées en faveur de la biodiversité, constitue donc un cas d'étude très intéressant. En effet, ce cas d'étude permet d'étudier les gains écologiques qu'il est possible de générer en

milieu agricole pour les chiroptères et l'avifaune, notamment ceux encore peu étudiés comme les pratiques agricoles, et pouvant trouver une double utilité : pour le milieu agricole lui-même faisant face aux déclinés décrits précédemment, et pour l'éolien en termes de compensation des impacts négatifs sur la biodiversité. En plus de ces aspects, un tel cas d'étude constitue une opportunité idéale pour étudier le positionnement optimal des éoliennes dans un paysage, en relation avec les habitats semi-naturels existants dans un but d'évitement et de minimisation des impacts.

J'ai choisi de traiter ce cas d'étude en suivant l'ordre logique d'apparition des contraintes d'implantation de l'éolien vis-à-vis des obligations réglementaires envers la biodiversité, à savoir évaluer les impacts en amont puis tout mettre en œuvre ensuite pour les minimiser et compenser. Revenir sur l'étude de l'impact des éoliennes par mortalité est à l'échelle de la thèse difficile en raison de nombreuses limitations théoriques et empiriques détaillées précédemment et dans notre publication en annexe (Coly *et al.* 2017). J'ai cependant étudié l'autre type d'impact potentiel jusqu'ici ignoré de l'autorité environnementale et très peu étudié dans la littérature scientifique, à savoir les pertes d'habitat par répulsion des parcs éoliens sur les chiroptères. Indirectement ce type de problématique peut donc apporter des réponses sur la façon d'implanter les éoliennes pour minimiser l'impact. Traiter cette problématique a nécessité l'utilisation d'une méthode d'échantillonnage par enregistrements continus acoustiques, largement utilisée en recherche (Stahlschmidt & Brühl 2012 ; Newson *et al.* 2015) et dans les études réglementaires, générant habituellement une très grande quantité de données. Il fut alors au préalable nécessaire de proposer une méthode robuste et efficace pour le tri et l'analyse de ces données, dans le but d'optimiser les suivis dans le cadre d'études réglementaires et scientifiques. Proposer une méthode d'optimisation des études et des analyses possède de multiples avantages tels qu'un gain de temps et d'efficacité, de

précision et de prise en compte d'un nombre plus important d'espèces, notamment rares, pour lesquelles la quantité de données fait souvent défaut.

En réalisant une expérimentation de terrain dans le grand-ouest de la France, j'ai donc tenté de répondre aux questions suivantes :

Comment optimiser l'utilisation et l'analyse des données acoustiques de chiroptères issues d'enregistrements automatiques continus ?

Comment implanter les éoliennes en milieu agricole pour minimiser leur impact sur la fréquentation des habitats par les chiroptères ?

Ces études font l'objet des articles suivants :

Article 1. Barré K., Bas Y., Le Viol I., Julien JF., Julliard R., Kerbiriou C. A robust semi-automatic method to account for identification errors in bat acoustic surveys. (*In prep*)

Article 2. Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R., Kerbiriou C. Impact of wind turbines on bat activity: an omitted long-distance concern leading to high loss of habitat use. (*Soumis dans Journal of Applied Ecology*)

Après avoir apporté de nouvelles connaissances aux méthodes d'étude et de prise en compte des chiroptères dans l'évitement des pertes d'habitats engendrées par les éoliennes, j'ai ensuite étudié différentes possibilités de compensation et d'accompagnement des impacts résiduels. Même si la quantification précise des impacts par mortalité continue et diffuse tout au long de la période d'exploitation reste difficile, j'ai également étudié en tant que co-auteur d'une étude l'équivalence non plus entre pertes et gains écologiques dans le cadre ERC, mais entre les différentes sources de gains. En effet, hiérarchiser dans les études d'impacts les mesures à adopter les plus efficaces sur un plan multi-taxonomique, et plus particulièrement pour les espèces les plus affectées par les éoliennes, est une priorité. L'équivalence multi-

taxonomique, c'est-à-dire considérant toutes les espèces simultanément, permet de définir une mesure la plus favorable pour l'ensemble de la communauté, les réponses interspécifiques aux mesures pouvant être très différentes voire opposées (Millon *et al.* 2015). Cette proposition de méthode de calcul d'équivalence multi-taxonomique a été réalisée sur un panel de mesures classiquement utilisées dans ce genre de projet d'aménagement en milieu agricole. En revanche, ces mesures sont parfois difficiles à mettre en place et constituent souvent des linéaires restreints à efficacité variable. Dans ce contexte, j'ai également étudié de nouvelles possibilités de compensation écologique jusqu'ici non implémentées en tant que telles : les changements de pratiques agricoles. Le contexte actuel de déclin global des espèces spécialistes du milieu agricole, en dehors du verdissement actuel de la PAC, peut également se prêter à la compensation de l'éolien. De telles compensations auraient donc une double utilité pour le milieu agricole lui-même et pour l'éolien, et seraient radicalement différentes des mesures habituelles. En effet la plupart des mesures actuelles telles que les haies sont difficiles à implanter, en particulier du fait de la difficulté à convaincre des agriculteurs, de trouver du foncier disponible, des changements paysagers et de fonctionnement de l'exploitation que cela peut impliquer. Ainsi changer certaines pratiques agricoles peut potentiellement s'avérer plus efficace à large échelle. De plus en plus d'études tendent à montrer qu'une marge de sécurité importante existe dans le gradient d'intensification des pratiques agricoles (voir section 2.3). Dans ce contexte des changements modérés n'ayant pas de conséquences pour les agriculteurs et apportant des gains écologiques (voir section 2.3), peuvent constituer de réels leviers applicables sur de grandes surfaces.

J'ai donc conduit plusieurs expérimentations de terrain sur des exploitations agricoles d'Ile-de-France dans le but de répondre aux questions suivantes :

Comment calculer l'équivalence multi-taxonomique entre mesures compensatoires et quelles sont les plus efficaces et acceptables pour les parties prenantes ?

Existe-t-il en agriculture conventionnelle des alternatives plus acceptables que l'agriculture biologique et apportant de gains écologiques comparables pour les chiroptères ?

Est-ce que des composantes de l'agriculture de conservation conventionnelle peuvent apporter d'importants gains écologiques pour l'avifaune et les chiroptères sans perte économique pour l'agriculteur ?

Ces études font l'objet des articles suivants :

Article 3. Millon L., Barré K., Julliard R., Compere P., Kerbirou C. The assessment of ecological equivalences supporting the implementation of offset measures: a case study in intensive farming landscape in north-west France. (*Landscape and Urban Planning, révision majeure*)

Article 4. Barré K., Julliard R., Le Viol I., Chiron F., Kerbirou C. Tillage and herbicide reduction mitigate the gap between conventional and organic farming effects on insectivorous bats. (*Ecology and Evolution, accepté sous réserve de corrections mineures*)

Article 5. Barré K., Julliard R., Le Viol I., Kerbirou C. Weed control method drives conservation tillage efficiency on farmland breeding birds. (*Agriculture, Ecosystems and Environment, révision majeure*)

CHAPITRE 1

Comment évaluer et minimiser l'impact de l'implantation d'éoliennes sur les chiroptères en milieu agricole ?

Sommaire :

Introduction	53
<u>Article 1.</u> Barré K., Bas Y., Le Viol I., Julien JF., Julliard R., Kerbiriou C. <u>A robust semi-automatic method to account for identification errors in bat acoustic surveys.</u>	
Annexes	85
Étude des pertes de fréquentation d'habitats engendrées par les éoliennes sur les chiroptères.....	89
<u>Article 2.</u> Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R., Kerbiriou C. <u>Impact of wind turbines on bat activity: an omitted long-distance concern leading to high loss of habitat use.</u>	
Annexes	117
Discussion & perspectives.....	133
1. Approche méthodologique pour l'utilisation des données générées par les détecteurs-enregistreurs passifs	133
2. Mesure de la perte d'attractivité des habitats engendrée par les éoliennes	136
3. Pratique d'évitement de l'impact des installations éoliennes au regard de la réglementation et des pertes d'attractivité des habitats	137

Introduction

Les réglementations ERC et ICPE imposent depuis 2011 aux projets de parcs éoliens d'évaluer avant la construction les impacts potentiels générés, afin d'adapter l'installation et l'exploitation pour éviter tout impact sur la biodiversité. Elles imposent également un suivi de l'efficacité des mesures une fois au cours des trois premières années d'exploitation puis au moins une fois tous les dix ans. Ceci sous-entend, notamment pour le suivis de population, d'être en mesure de confronter les suivis post-construction à des suivis pré-construction, par exemple ceux réalisés dans l'étude d'impact. Cependant les réglementations relatives aux appels d'offres incitent à ce que les structures réalisant l'étude d'impacts et les suivis ne soient pas les mêmes. Ceci amène souvent à une situation où les suivis post-construction ne sont pas comparables aux données recueillies dans l'étude d'impact pré-construction. En effet, les études pré-construction sont rarement livrées avec les données brutes et documentent relativement mal leurs métadonnées (effort d'échantillonnage, informations contextuelles et méthodologies) (Coly *et al.* 2017). De plus, pour être réellement dans un dispositif de test, il faudrait disposer de vrais témoins, ce qui est rarement le cas, l'étude d'impact ciblant presque exclusivement le site impacté (Coly *et al.* 2016). L'étude d'impact environnemental pré-construction a pour but d'évaluer les enjeux écologiques, de prévoir les impacts générés par la construction elle-même et ceux générés au cours de l'exploitation. Si le premier type pose peu de problèmes en termes d'application de la séquence ERC, avec des surfaces d'habitats détruites souvent restreintes par rapport à d'autres types de projets, ainsi que des pertes immédiates facilement quantifiables de milieux souvent agricoles et donc compensables, il en est tout autre pour les impacts post-construction. La phase d'exploitation des éoliennes génère des événements de mortalité diffus et continus dans le temps par collision directe avec les pales du rotor ou barotraumatisme avec l'avifaune et les chiroptères (Barclay *et al.* 2007 ; Kunz *et al.* 2007 ; Baerwald *et al.* 2008 ; Northrup & Wittemyer 2013 ; Erickson *et al.* 2014 ;

O'Shea et al. 2016). Si cet impact est le plus documenté dans la littérature scientifique, il n'en reste pas moins problématique puisque la quantification de la mortalité reste très peu fiable (Voigt et al. 2012 ; Smallwood 2013 ; Péron et al. 2013 ; Loss et al. 2013 ; Lehnert et al. 2014 ; Arnett et al. 2016), et qu'il est actuellement impossible d'en connaître l'effet réel sur les dynamiques de populations (Frick *et al.* 2017), engendrant donc une inapplicabilité de la séquence ERC avec peu de compensation ou le plus souvent hasardeuse (Peste et al. 2015 ; Gasparatos et al. 2017).

Les recommandations EUROBATS préconisent depuis 2008 d'installer les éoliennes à plus de 200 m de toutes lisières arborées, qu'elles soient des haies ou des lisières forestières (Rodrigues *et al.* 2015). Ces recommandations ont vocation à réduire les risques de mortalité, reposant sur des études hors contexte éolien selon lesquelles les lisières arborées concentrent l'activité en chiroptères (Boughey et al. 2011a ; Frey-Ehrenbold et al. 2013 ; Lacoeyilhe et al. 2016), et que cette activité devient anecdotique à partir de 200 m de distance aux lisières (Kelm *et al.* 2014). Actuellement ces mesures, ou leur application, semblent loin d'être efficaces puisque plus l'enjeu écologique détecté dans l'étude pré-construction est fort et plus il est constaté de mortalité en phase d'exploitation (Lintott *et al.* 2016). Ceci signifie que des problèmes se posent dans les étapes d'évitement et de réduction de l'impact. L'impact par mortalité souffre donc de manques de connaissances importants (Arnett *et al.* 2016), qu'il semble difficile d'améliorer dans de brefs délais à l'échelle française, notamment en raison des difficultés à obtenir les études de suivis des impacts ainsi que leur qualité fortement hétérogène, empêchant actuellement toute méta-analyse robuste (Annexe ; Coly et al. 2017).

De rares études démontrent qu'il existe un autre impact des éoliennes, la répulsion sur la faune. Celui-ci est documenté chez les oiseaux que ce soit en termes de déviation des trajectoires de migration (Cabrera-Cruz, Villegas-Patracá & Thompson 2016) ou de diminution du nombre de nidifications ou du succès reproducteur à proximité d'éoliennes

(Shaffer & Buhl 2015 ; Balotari-Chiebao et al. 2016 ; Zwart et al. 2016). Chez les chiroptères trois études démontrent une répulsion des parcs éoliens à l'échelle du paysage (Millon *et al.* 2015), et une répulsion à l'échelle de petites éoliennes (hauteur de nacelle < 25 mètres) (Minderman *et al.* 2012, 2017). Globalement les études focalisées sur cet impact sont peu nombreuses, en particulier chez les chiroptères, où la distance d'impact ainsi que les pertes d'habitats sous-jacentes restent non quantifiées. Cette méconnaissance du phénomène de perte d'attractivité des habitats pour les chiroptères près des éoliennes, a pour conséquence une non prise en compte de ce type d'impact dans les études d'impacts environnementales et les suivis durant l'exploitation, mais également dans l'avis émis par l'autorité environnementale pour l'attribution du permis de construire. Pourtant, bien que n'étant pas une perte directe d'individus, il est largement reconnu que les pertes de fréquentation d'habitat, et donc perte d'habitat disponible pour l'espèce, affectent les dynamiques de populations, la taille de celles-ci étant naturellement corrélée avec la capacité de charge du milieu (Ney-nifle & Mangel 2000 ; Rybicki & Hanski 2013 ; Froidevaux et al. 2017).

Dans ces conditions il apparaît donc urgent d'étudier plus précisément les distances d'impacts des éoliennes sur les espèces et de quantifier avec précision la perte de fréquentation des habitats engendrée. Ces informations sont en effet essentielles pour être en mesure d'une part, de recommander des distances minimales d'implantation par rapport aux lisères arborées et d'autre part, de quantifier les pertes et ainsi être en mesure de dimensionner les mesures compensatoires.

Une telle étude, ne peut reposer que sur un échantillonnage de mesures de l'activité des chiroptères sur un nombre conséquent de sites simultanément à plusieurs distances des éoliennes (article 2 de ce chapitre). J'ai ainsi construit une étude de terrain pour répondre à ces questions tout en incluant au sein du gradient de distance un gradient paysager afin que les résultats puissent être généralisés à un maximum de contextes éoliens. En parallèle de cet

échantillonnage, il a été nécessaire d'élaborer une méthode standardisée de collecte et de traitement de l'information.

La mesure de l'abondance au sens strict chez les chiroptères est difficilement réalisable car actuellement seulement deux grandes méthodes d'étude existent, la capture ou les enregistrements/écoutes acoustiques. La capture nécessite, en plus d'être invasive, d'importants moyens humains pour finalement peu d'efficacité, et reste très difficile à standardiser entre des conditions de milieu différentes. La méthode acoustique quant à elle possède moins de biais, mais du fait de la très forte mobilité des individus au cours d'une nuit (Holzhaider et al. 2002 ; Davidson-Watts et al. 2006 ; Zeale et al. 2012 ; Dechmann et al. 2014 ; Roeleke et al. 2016), le nombre d'individus ne peut être quantifié avec certitude. Ainsi, c'est l'activité qui est quantifiée comme une métrique fonctionnelle de l'abondance liée à l'attrait pour l'habitat en termes de ressources (Rowse, Harris & Jones 2016). L'activité consiste donc en une interception et l'enregistrement ou l'écoute acoustique des passages de chiroptères, en utilisant des microphones à ultrasons permettant de capter les cris d'écholocation dans un rayon plus ou moins important selon les espèces et leur fréquence et intensité d'émission (Delpont et al. 2002 ; Adams et al. 2012 ; Gasc et al. 2013 ; Newson et al. 2015 ; Jeliaskov et al. 2016). Parmi les méthodes d'enregistrement et/ou quantification acoustique couramment utilisées dans les études, en ce qui concerne les durées courtes (c'est-à-dire quelques minutes en général) les transects et points d'écoute ponctuels sont utilisés et constituent des méthodes dites actives, et en ce qui concerne les durées longues c'est l'enregistrement autonome qui est utilisé constituant une méthode dite passive (généralement au moins plusieurs heures consécutives) (Coly *et al.* 2017). Les suivis acoustiques passifs (passive acoustic monitoring : PAM) pour mesurer la fréquentation des habitats par les chiroptères constituent une approche relativement récente (Newson, Evans & Gillings 2015), avec notamment l'apparition d'enregistreurs autonomes possédant une capacité de stockage.

Cette méthode est largement utilisée dans la quasi-totalité des études d'impacts et de suivis post-construction. Par rapport aux méthodes classiques d'enregistrements de courtes durées, la méthode PAM est particulièrement intéressante car elle permet d'étudier des nuits complètes, l'activité en chiroptères d'une espèce variant fortement au cours d'une nuit, et ce différemment entre espèces (Hayes 1997; Skalak, Sherwin & Brigham 2012). Parmi ses autres avantages, elle permet notamment de mieux détecter les espèces peu communes (Kéry & Schmid 2006), de standardiser les expérimentations par l'usage simultané de plusieurs enregistreurs et possède un coût inférieur aux autres méthodes telles que la capture (MacSwiney, Clarke & Racey 2008). La standardisation rendue possible dans cette méthode permet de réaliser des comparaisons robustes entre les phases pré et post-construction de parcs éoliens, en répliquant les mêmes sites aux mêmes dates et sur des nuits complètes, minimisant ainsi les biais engendrés par les méthodes actives de courtes durées. De plus, la méthode PAM est efficace dans une large gamme de questionnements, que ce soit dans un objectif de suivi des densités de populations (Marques *et al.* 2013), d'étude comportementale (Lynch *et al.* 2013) ou d'étude des processus de changements globaux (Blumstein *et al.* 2011). Un avantage supplémentaire par rapport aux autres méthodes réside dans le type d'information recueillie. Cette méthode permet l'enregistrement de tous les sons de façon non dégradée, sans réel tri si ce n'est les parasites basses fréquences, permettant par la suite d'en faire toutes les utilisations possibles dans divers buts une fois le stockage effectué, et éventuellement de ré-analyser les bandes sonores à l'arrivée de nouvelles technologies telles que l'identification automatique (Bas, Bas & Julien 2017).

La principale limite de la méthode PAM est qu'elle génère une très grande quantité de données qu'il est très chronophage voire impossible de traiter manuellement en totalité (Wimmer *et al.* 2013; Froidevaux *et al.* 2014). A titre d'exemple, l'échantillonnage planifié (207 sites d'enregistrement sur des nuits entières, avec en moyenne 20 échantillons par

tranche de 100 m de distance à l'éolienne tout en tenant compte du contexte paysager) génère potentiellement un très grand volume de données ($n= 212\ 347$ séquences de cinq secondes, soit un ordre de grandeur de 2 millions cris d'écholocation). Un tel volume ne peut raisonnablement pas être traité manuellement et nécessite d'avoir recours à des outils de reconnaissance automatique. Ainsi, avant de pouvoir étudier la distance d'impact des éoliennes sur les chiroptères, il a fallu mettre au point une méthodologie permettant d'utiliser un maximum des données récoltées en ne vérifiant manuellement qu'une petite partie d'entre-elles. En effet, la seule possibilité de traiter de grandes quantités d'enregistrements est d'automatiser la détermination pour laquelle il existe aujourd'hui des outils tels que le logiciel TADARIDA (Bas, Bas & Julien 2017). Cependant ces outils génèrent des taux d'erreurs plus ou moins importants selon les recouvrements acoustiques interspécifiques. Par contre, il est possible de tirer profit des indices de confiance associés à chacune des identifications automatiques. J'ai donc proposé une méthode permettant, à partir de vérifications manuelles d'un sous-ensemble de déterminations automatiques, de modéliser le risque d'erreur pour chaque espèce en fonction de l'indice de confiance fourni par le logiciel. A partir de cette modélisation, la question centrale était d'étudier la variation des réponses des différentes espèces à des variables environnementales en fonction de plusieurs risques d'erreurs tolérés dans les données, allant de 50 à 10%, c'est-à-dire différents compromis entre quantité de données et bruit dans les données. Ce développement méthodologique, faisant l'objet de l'article 1 de ce chapitre et résumé dans l'encadré 2, a ensuite permis de définir quel risque d'erreur était à minima requis pour obtenir des résultats statistiques fiables pour l'étude de la réponse des chiroptères à la distance aux éoliennes (article 2). Cette démarche était malgré tout complétée par une vérification, pour les espèces abondantes, de la consistance des résultats avec des risques d'erreurs plus faibles, et donc des bases de données moins conséquentes.

Encadré 2. Principaux résultats de la méthode semi-automatique de prise en compte des erreurs d'identification dans les suivis acoustiques de chiroptères (article 1).

Méthode :

Etape 1. Vérification manuelle de 1811 enregistrements sur les 212 347 au total identifiés automatiquement par le logiciel TADARIDA (Bas, Bas & Julien 2017).

Etape 2. Modélisation de la probabilité de succès de l'identification automatique en fonction de l'indice de confiance de celle-ci, permettant d'obtenir pour chaque espèce l'indice de confiance minimum requis pour obtenir un risque d'erreur donné.

Etape 3. Tri des 212 347 enregistrements en fonction de plusieurs risques d'erreurs (0.5-0.1).

Etape 4. Modèles Linéaires Généralisés réalisés sur les données brutes et pour plusieurs risques d'erreurs tolérés, modélisant la réponse des espèces à différentes variables environnementales d'intérêt pour les chiroptères. Ceci permet d'étudier la variation de la réponse aux variables environnementales en fonction du risque d'erreur choisi.

Résultats :

Diminuer le risque d'erreur conduit à une limitation du nombre de faux positifs, mais poussé à l'extrême, ceci peut conduire à l'élimination de plus de faux négatifs que de faux positifs ayant pour conséquence une perte de puissance statistique et d'effets significatifs (en particulier chez les espèces rares avec peu de données) ;

Respecter à minima un risque d'erreur maximum de 50% est indispensable (inversions d'effets constatées pour certaines espèces sur les données brutes) ;

Abaisser le risque d'erreur maximum à moins de 50% ne change pas les résultats, ou cause tout au plus une perte de significativité par manque de données ;

Tolérer un risque d'erreur de 50% permet d'étudier les espèces rares ;

Pour les espèces ayant suffisamment de données les résultats ne changent pas pour un risque d'erreur minimisé à 10%.

Conclusions :

Cette méthode permet d'objectiver la sélection des données servant aux analyses dans les cas de grandes quantités d'enregistrements non vérifiables manuellement, tout en vérifiant l'absence de biais systématiques dans les erreurs en confirmant les résultats sur des seuils très restrictifs, permettant ainsi d'étudier les espèces peu abondantes.

Article 1

A robust semi-automatic method to account for identification errors in bat acoustic surveys.

Kévin Barré^{1, 2}, Yves Bas^{1, 3}, Isabelle Le Viol^{1, 4}, Jean-François Julien¹, Romain Julliard¹,
Christian Kerbiriou^{1, 4}

¹ Muséum national d'Histoire naturelle, Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation,
UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France

² Agrosolutions, 83 Avenue de la Grande Armée, 75782 Paris, France

³ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175, CNRS, 1919 route de Mende,
34293 Montpellier, France

⁴ Muséum national d'Histoire naturelle, Station de Biologie Marine, 29900 Concarneau,
France

Summary

1. Halt biodiversity loss and the degradation of ecosystem services require large-scale and long-time studies which need to adapted monitoring methods for the understanding of biodiversity changes. Reduced costs of acoustic recorders and their huge increase of storage capacity resulted in an exponential development of Passive Acoustic Monitoring (PAM) of a very wide range of animals in a few years, in particular bats for which PAM constitutes a real efficient and essential tool. PAM of bats lead to collect quickly a very large number of records, making manual identification increasingly time-consuming. To respond to PAM, methods for detecting sound events, extracting numerous features, and automatically identifying species have been developed. However, automatic identification can generate large rate of errors which could affect response of bats to environmental variables and pressures. This study propose a method to account for identification errors in acoustic surveys without fully check records.

2. We proposed to check a representative sample of the outputs of Tadarida automatic identification software to then model identification error risk of 10 species and 2 groups, according to the associated confidence estimate. We then investigated the effect of setting different confidence thresholds under which data should be discarded, by repeating a large-scale analysis of habitat effect on bat species activity, and checking for consistency in the results.

3. Main changes in model outputs occurred from naive (i.e. raw data) to robust analyses (i.e. thresholds of error risk) with in some cases a loss of significance or an estimates inversion. Then, we did not detect major changes between 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1 maximum error risks tolerance, and response estimates and standard errors were highly stable.

4. We conclude that it was essential to use a minimum confidence threshold, i.e. at least filtering out data with more than 0.5 error risk to minimize false positive rate. The method

proposed allows to check consistence of responses at different maximum error risk tolerances involving various balances between quantity and quality of acoustic data, in order to enough minimize the maximum error risk. Such a method is mainly addressed to response studies but not to cases of exhaustive inventories point-by-point. This study provides new opportunities, starting with a time gain in manual checking in experimental studies and allow to widely generalize large-scale monitoring of bats improving knowledge on so far unknown ecological patterns.

Introduction

Despite some local successes and increasing responses, the rate of biodiversity loss does not appear to be slowing (Butchart et al. 2010), although halting this decline has been recognized as a crucial aim for humanity (Cardinale et al. 2012). In 2010, the 10th Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity, adopted a new 2011–2020 global Strategic Plan for Biodiversity, in turn, EU launch a new Biodiversity Strategy (2011/2307). This strategy aims to halt biodiversity loss and the degradation of ecosystem services by 2020, restore ecosystems, and make a contribution to addressing global biodiversity loss. However to reach the target of reducing loss of biodiversity, the efforts undertaken by each country should be assessed, which in turn require large-scale and long-time studies which need to adapted monitoring methods for the understanding of biodiversity changes (Fisher, Frank & Leggett 2010). A significant increase of amount of information available on biodiversity is also needed to evaluate impact of various anthropogenic pressures.

Reduced costs of acoustic recorders and their huge increase of storage capacity resulted in an exponential development of Passive Acoustic Monitoring (PAM) of a very wide range of animals in a few years (Froidevaux et al. 2014; Kalan et al. 2015; Selby et al. 2016). Such approaches were widely used by researchers working for environmental consulting firms or government agencies (Adams et al. 2012) and particularly adapted for survey cryptic taxa such as nocturnal fauna (Delport, Kemp & Ferguson 2002; Newson, Evans & Gillings 2015; Jeliaskov et al. 2016) or monitor pristine habitats difficult to access or survey by other approaches (Gasc et al. 2013). PAM have been mobilized, also, in citizen science programs (Newson et al. 2005), a real efficient and essential tool in implementation of large-scale biodiversity monitoring (Newson, Evans & Gillings 2015). Due to a recent exponential increase in the knowledge of acoustic identification of bat species (Russo & Jones 2002; Obrist, Boesch & Fluckiger 2004; Barataud 2015) have been widely used by bat workers

recently. However, PAM of bats lead to collect quickly a very large number of records, which in turn had involved changes in acoustic identification procedures: before this change, acoustic identifications were mainly performed manually with software allowing visualization of spectrogram. However, manual identification was indeed increasingly time-consuming. With the arrival in market of such new generation of acoustic recorders affordable allowing to record several hours/days straight, such amount of acoustic data could not be deal with manual procedure (Bas, Bas & Julien 2017). To respond to these changes several reliable quantitative methods for detecting sound events, extracting numerous features, and automatically identifying species have been developed (Parsons & Jones 2000; Britzke et al. 2011; Adams et al. 2012; Bas, Bas & Julien 2017). However, automatic identification software has recently been criticised because of significant error rates, suggesting a cautious and limited use (Russo & Voigt 2016; Rydell et al. 2017). Most available software nonetheless provide confidence estimates in the form of probabilities or other numerical indices (Obrist, Boesch & Fluckiger 2004), and their manuals do advocate on using confidence thresholds under which data should be discarded because of error risk, e.g. SonoChiro (Biotope, France; http://www.biotope.fr/sites/biotope.fr/files/documents/manual_sonochiro_eng_v2.pdf) or BatClassify (Chris Scott and John Altringham, U.K.; <https://bitbucket.org/chrisscott/batclassify>). Thus, the correlation between error risk and confidence estimates is an important part of automatic identification performance that was ignored by all previous methodological studies (Rydell et al. 2017). Beside that, the level at which confidence thresholds should be set is unclear to most users, limiting the use of automatic identification in bat ecological studies. A too cautious threshold could indeed lead to high false negative rate whereas a not sufficiently cautious threshold could lead to high false positive rate. Both rates have different statistical implications: false positive could lead to biases due to other species activity while false negatives could lead to lack of power by

discarding too much data. Given the fact that both rates induce different caveats, there is no straightforward way to set confidence thresholds.

In this study, we proposed to check a representative sample of the outputs of Tadarida automatic identification software to then model identification error risk of 10 species and 2 groups, according to the associated confidence estimate (Bas, Bas & Julien 2017). We then investigated the effect of setting different confidence thresholds under which data should be discarded, by first repeating a large-scale analysis of habitat effect on bat species activity, and then checking for consistency in the results.

Materials and methods

Bat survey

In order to test if the error rate in acoustic dataset affect the response of bats to environmental variables, bat activity was sampled through recordings of echolocation calls on 337 points over 29 localities in northwest France (Fig.1) dominated by agriculture (82%) and forest (11%) areas. Recordings were performed during 23 entire nights, from 30 minutes before sunset to 30 minutes after sunrise, from the 7th of September to the 8th of October 2016. Each night only one locality was sampled, simultaneously recording 13 to 15 sites separated by at least 300 m. Standardized echolocation calls were recorded using one bat detector (Wildlife Acoustic SM2Bat+) per site. The detectors automatically recorded all ultrasounds using preconized settings of the French monitoring Vigie-Chiro (Trigger level set to 6 db SNR; see <http://vigienature.mnhn.fr/page/protocole-point-fixe> for further details).

Step 1: semi-automated acoustic identification

We defined a bat activity metric (number of bat passes per night), where one bat pass was defined by a single or several echolocation calls during a 5 second interval which is a good compromise considering the mean duration of all bat species passes (Millon et al. 2015). The

identification process was performed in 2 steps (Fig. 1). In the first step, echolocation calls were detected and classified to the most accurate taxonomic level using the TADARIDA software (Bas, Bas & Julien 2017) which allows to assign a species and a confidence index (between 0 and 1) to each recorded bat pass. In a second step, we randomly performed a double manual checking (KB and YB) of automatic identifications using BatSound© and Syrinx (John Burt, Seattle, WA, USA) software for each 0.1 class of confidence index at 10 species and 2 groups (*Myotis* and *Plecotus spp.*) levels. A maximum of 25 bat passes per class of confidence index for each species and groups were checked, except for *Rhinolophus* species where all passes were checked thanks to the low total number. Groups were constructed because species were difficult to identify from each other, except one species of *Myotis spp.*, *Myotis nattereri*, for which echolocation calls are very characteristics (Obrist, Boesch & Fluckiger 2004; Barataud 2015).

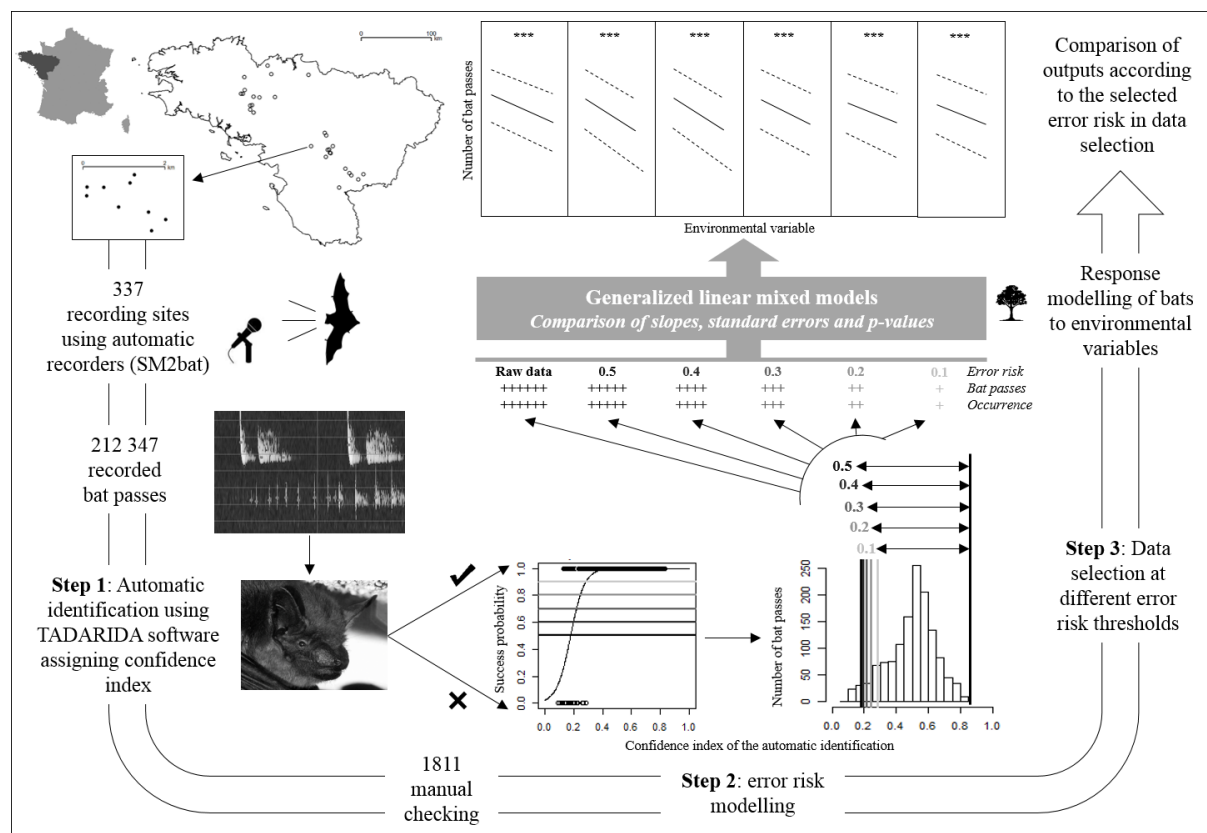


Figure 1. Schematic and chronological representation of steps used to study the potential effect of the error rate in acoustic data on the bat activity response to environmental variables.

Step 2: error risk modelling

From previous manual checking, we performed generalized linear models between the success/fail of automatic species assignment (here the response variable, a binomial variable) and the confidence index of the automatic identification (explanatory variable) (Figs.1 & 2). We selected the probit link which better fitted the binomial distribution of manual checking for all species/groups. This allowed to predict the needed confidence index from the automatic identification process to tolerate a given maximum error risk (Figs.1 & 2; Table 2). Then, we filtered bat dataset on the 5 confidence index thresholds corresponding to predicted maximum error risk: 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1 (Figs.1, 2 & 3).

Step 3: environmental variables modelling at different error risk thresholds

In order to test if the error rate in acoustic dataset affect the response of bats (estimates, standard errors and p-values) to the 5 environmental variables, we performed one generalized linear mixed model (GLMM, R package lme4) per threshold of error risk probability (0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1) using bat activity (number of bat passes) as response variables. As an indication of how the analysis would perform if no filtering of errors were done, a sixth GLMM was fitted to raw automatic identification data.

We included in each species GLMM the 5 environmental variables as fixed effects, scaling distance and length variables. According to the sampling design (i.e. 13-15 simultaneous recordings on one locality per night), we included the date as random effect to control for inter-night variations in weather conditions and landscape context. We applied a Poisson error or a Negative binomial distribution to GLMMs. We checked there were no multicollinearity problems performing variance inflation factors (VIF) using the corvif function (R package AED; Zuur et al. 2010) on each model. All variables showed a VIF value < 2 , meaning there was no striking evidence of multicollinearity (Chatterjee & Hadi 2006).

The 5 studied environmental variables are known as good predictors of bat activity: hedgerow vs. open area habitat (respectively 61 and 39% of sites; Verboom & Huitema 1997; Lacoeuilhe et al. 2016), the distance in meters to forest (mean= 700; SD=506; Boughey et al. 2011; Frey-Ehrenbold et al. 2013), the distance to urban (mean= 335; SD=170; Azam et al. 2016), the distance to wetland (mean=579; SD=363; Sirami et al. 2013; Santos et al. 2013) and the total length of hedgerows within 1000 m radius (mean=3439; SD=1622; Verboom & Huitema 1997; Lacoeuilhe et al. 2016). This allowed to check the response consistency of bats to environmental variables in data.

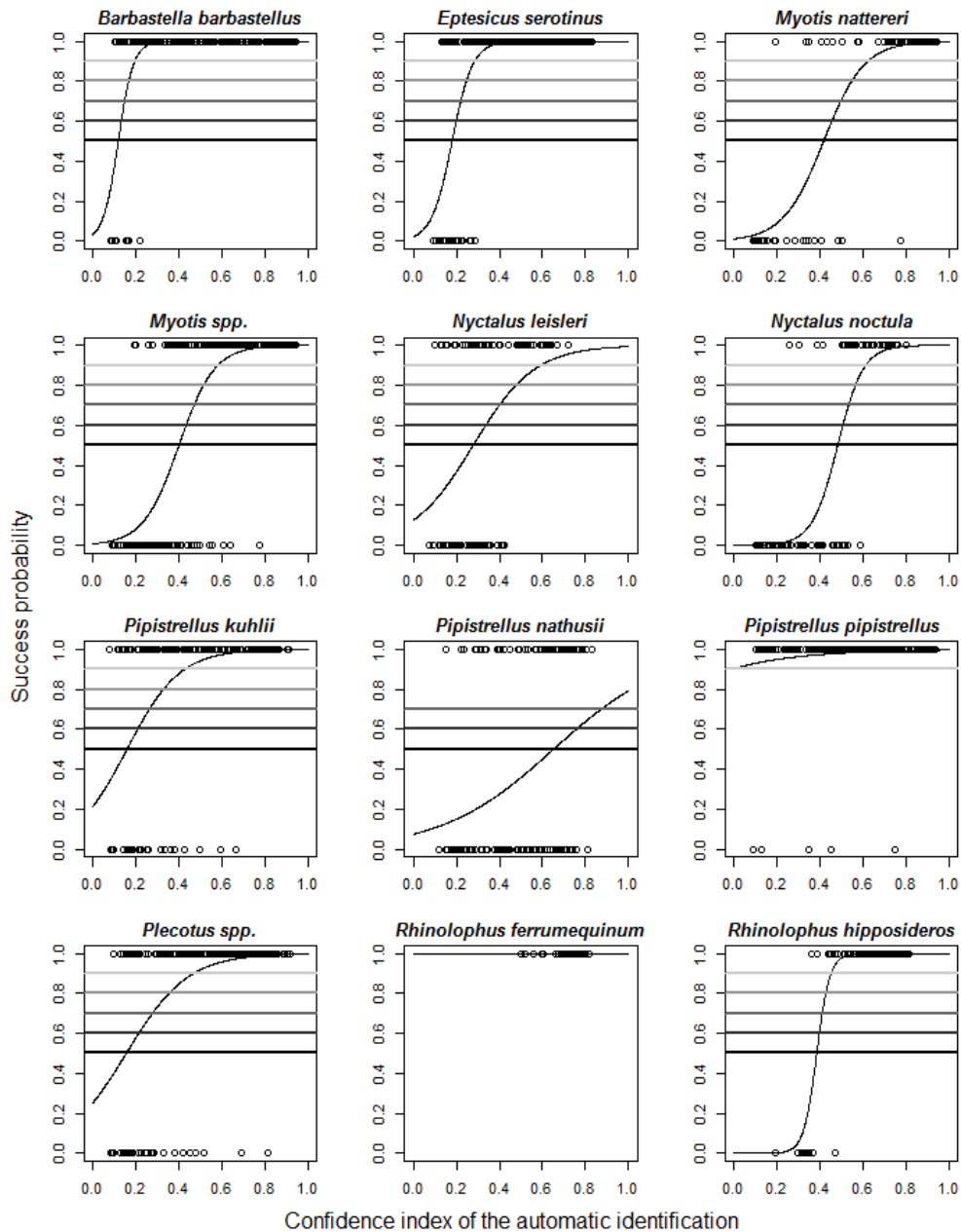


Figure 2. Logistic regressions between the success probability and the confidence index of the automatic identification. The success probability was predicted from manual checking assigning a success or fail of the automatic identification. Horizontal lines show error risk probabilities (from black to grey: 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1) used as threshold to select data.

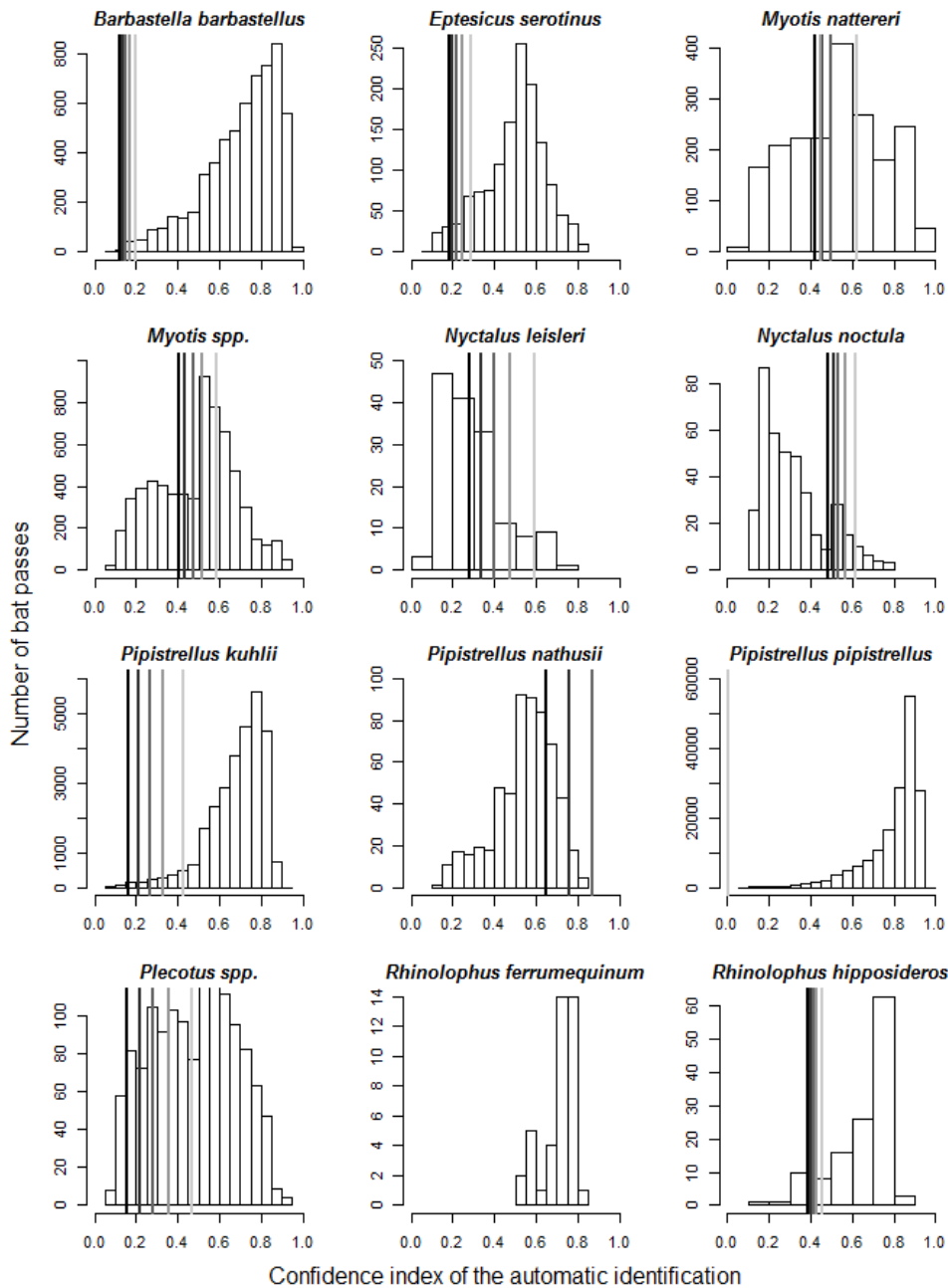


Figure 3. Number of bat passes according to confidence index of the automatic identification. Vertical lines show the threshold at which data were selected in order to minimize error risk probability (from black to grey: 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1). For *Pipistrellus pipistrellus* errors were too rare to get a prediction of the confidence index for an error risk probability higher than 0.1. For *Pipistrellus nathusii*, the number of passes in high confidence index did not allowed to get error risk probabilities of 0.2 and 0.1, and there were no errors for *Rhinolophus ferrumequinum* preventing error risk modelling.

Results

Semi-automated acoustic identification

Over the 23 complete nights sampled, 212 347 bat passes were recorded with 167 504 (79%) assigned to *Pipistrellus pipistrellus* 28 589 (13%) to *Pipistrellus kuhlii*, 6 430 (3%) to *Myotis spp.* and 5 835 (3%) to *Barbastella barbastellus* (Table 1). A total of 1811 bat passes over all classes of confidence index were checked (Table 1). During the checking process 95 bat passes were excluded due to very poor quality preventing manual identification. False positive error rates varied a lot between species, from 0.0% for *Rhinolophus ferrumequinum* to 62.3% for *Pipistrellus nathusii* (Table 1). The most of errors detected in manual checking concerned *Nyctalus noctula* with *P. pipistrellus*, *P. nathusii* with *P. kuhlii* and *P. pipistrellus* (Table S1).

Error risk modelling

Successes and errors noted in manual checking were modelled in relation to confidence index of automatic identification, allowing to predict confidence indices corresponding to a given maximum error risk tolerance (Fig. 2). Confidence thresholds corresponding did not vary much for some species such as *B. barbastellus* (0.12-0.20), *Eptesicus serotinus* (0.18-0.29) and *Rhinolophus hipposideros* (0.39-0.45), and more for others, e.g. *Nyctalus leislerii* (0.28-0.59), *P. kuhlii* (0.17-0.45) and *Plecotus spp.* (0.19-0.47) (Table 2). In addition, the needed confidence index to limit error risks were relatively low for *B. barbastellus* (0.12-20), *E. serotinus* (0.18-0.29), *P. kuhlii* (0.17-0.45), *Plecotus spp.* (0.19-0.47) and higher for *Pipistrellus nathusii* (0.65-0.76), *N. noctula* (0.48-0.61) and *Myotis spp.* (0.40-0.58) (Table 2). Cut off dataset at high confidence indices led to important losses of bat passes contained in lower confidence indices, as well as for occurrences (Table 2). This is the case for some species such as the *Myotis spp.* group for which select data having a maximum error risk of 0.5 led to a loss of bat passes (33.3%) and occurrence (6%), respectively 47.8 and 19% of losses from a maximum error risk of 0.5 to 0.1 (Table 2). Among losses of bat passes caused

by such cut-off, there may be false positive but also high false negative rates. For instance, cut off dataset at a maximum error risk tolerance of 0.1 compared to 0.5, led to 76% of false negative lost (i.e. correct data) for the *Plecotus spp.* group. Predicted confidence threshold corresponding to a maximum error risk tolerance of 0.1 were null (i.e. raw data) for *Rhinolophus ferrumequinum* because we did not detected any error in manual checking, and 0.001 for *P. pipistrellus*, thanks to very low number of errors (Table 1). None of the bat passes identified as *P. nathusii* were predicted to have an error risk lower than 0.3 because of a very high false positive rate due to the commoner *P. kuhlii*. Thus, only 0.4 and 0.5 threshold were used for *P. nathusii*. For all other species, it was however possible to select a part of the data satisfying the lowest tolerance to maximum error risk (0.1).

Error risk influence on bat response to environmental variables

Main changes in model outputs occurred from naive (i.e. raw data) to robust analyses (i.e. thresholds of error risk) with a loss of significance, for the open areas vs. hedgerows variable for *E. serotinus* and *N. leislerii*, the distance to forest for *Myotis spp.* and *N. leislerii*, the length of hedgerows for *N. leislerii* and *N. noctula* and the distance to urban for *N. noctula* (Table 3; Fig. S1). In addition, an estimates inversion of the open areas vs. hedgerows variable occurred for *N. noctula* and *P. nathusii* (Table 3). In all other cases, no major changes were noted either for significant or no significant variables (Table 3).

Then, we did not detect major changes between 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1 maximum error risks tolerance, and response estimates and standard errors were highly stable (Table 3; Figs. S1, S2 & S3). In only two cases, we detected a loss of significance for *N. noctula* from 0.2 maximum error risk tolerance for the distance to forest variable (Table 3; Fig. S3), as well as for *Plecotus spp.* from 0.1 for the distance to urban variable while remaining close to the significance (Table 3; Fig. S2). However, concerning these species, the open areas vs. hedgerows variable remains significant and highly stable at all thresholds (Table 3).

All species had at least one significant habitat variable response over thresholds of maximum error risks tolerance. Hedgerows had significant higher number of bat passes than open areas for 7 species/groups (*B. barbastellus*, *Myotis nattereri*, *Myotis spp.*, *P. kuhlii*, *P. pipistrellus*, *Plecotus spp.* and *R. hipposideros*) and significant lower for 2 species/groups (*N. noctula* and *P. nathusii*) (Table 3; Fig. S1). We also found significant negative relationship between the number of bat passes and the distance to urban for 2 species/groups (*E. serotinus* and *Plecotus spp.*; Table 3; Fig. S2), as well as a significant negative relationship with the distance to forest for 2 species (*N. noctula* and *R. ferrumequinum*; Table 3; Fig. S3), and a significant positive effect of wetlands and the length of hedgerows on *R. ferrumequinum* (Table 3).

Table 1. Total bat passes by confidence index classes from the automatic identification, number of bat passes manually double checked and errors noted.

Species	Confidence index classes of the automatic identification									
	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1
<i>Barbastella barbastellus</i>										
Total passes	3	52	144	242	297	671	940	1312	1596	578
Checked passes	2	25	25	25	25	24	25	25	25	25
Errors	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>										
Total passes	1	55	102	149	268	461	218	79	10	0
Checked passes	1	25	25	25	25	25	25	24	10	/
Errors	1	13	7	0	0	0	0	0	0	/
<i>Myotis nattereri</i>										
Total passes	9	166	211	223	225	411	269	180	247	47
Checked passes	5	13	3	6	5	5	2	10	23	25
Errors	5	12	3	4	2	1	0	1	0	0
<i>Myotis spp.</i>										
Total passes	20	534	815	770	701	1708	1132	445	258	47
Checked passes	14	25	25	25	21	25	25	25	25	25
Errors	14	14	6	5	4	0	0	0	0	0
<i>Nyctalus leisleri</i>										
Total passes	3	47	41	33	11	8	9	1	0	0
Checked passes	3	22	25	25	11	8	9	1	/	/
Errors	2	13	14	13	4	0	0	0	/	/
<i>Nyctalus noctula</i>										
Total passes	0	113	110	82	24	43	15	7	1	0
Checked passes	/	16	15	13	10	25	15	7	1	/
Errors	/	16	14	11	9	7	0	0	/	/
<i>Pipistrellus kuhlii</i>										
Total passes	12	223	401	667	1142	4026	6654	10222	5240	2
Checked passes	10	25	25	25	23	25	25	25	25	2
Errors	9	10	8	4	2	1	1	0	0	0
<i>Pipistrellus nathusii</i>										
Total passes	0	12	33	37	93	183	153	61	5	0
Checked passes	/	11	21	18	18	23	25	25	5	/
Errors	/	10	16	13	12	15	15	9	1	/
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>										
Total passes	2	303	760	1636	3298	8311	14221	27205	83744	28024
Checked passes	1	25	25	24	24	25	25	24	25	25
Errors	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
<i>Plecotus spp.</i>										
Total passes	8	139	176	194	174	250	206	145	56	4
Checked passes	7	25	25	25	25	25	25	25	25	4
Errors	4	14	7	2	1	1	0	0	0	0
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>										
Total passes	0	0	0	0	0	7	5	28	1	0
Checked passes	/	/	/	/	/	7	5	28	1	/
Errors	/	/	/	/	/	0	0	0	0	/
<i>Rhinolophus hipposideros</i>										
Total passes	0	1	1	10	8	16	26	62	4	0
Checked passes	/	1	1	10	8	16	26	62	4	/
Errors	/	1	1	7	1	0	0	0	0	/

Table 2. Predicted confidence index of the automatic identification, number of bat passes and occurrences (presence rate over sites) corresponding to error risk probability used for data selection. NA values show error risk probabilities for which it was not possible to predict low risks in automatic identification, due to very low number in manual checking (see Table 1).

Species	Error risk probability					
	Raw data	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
<i>Barbastella barbastellus</i>						
Confidence index	/	0.12	0.13	0.15	0.17	0.20
No. of bat passes	5835	5828	5824	5822	5809	5787
Occurrences	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
<i>Eptesicus serotinus</i>						
Confidence index	/	0.18	0.20	0.22	0.25	0.29
No. of bat passes	1343	1299	1287	1273	1255	1205
Occurrences	0.36	0.33	0.33	0.32	0.31	0.30
<i>Myotis nattereri</i>						
Confidence index	/	0.42	0.46	0.50	0.55	0.62
No. of bat passes	1986	1347	1250	1169	948	675
Occurrences	0.67	0.54	0.52	0.49	0.44	0.36
<i>Myotis spp.</i>						
Confidence index	/	0.40	0.44	0.47	0.52	0.58
No. of bat passes	6428	4290	4052	3791	3400	2240
Occurrences	0.77	0.71	0.68	0.65	0.62	0.52
<i>Nyctalus leisleri</i>						
Confidence index	/	0.28	0.34	0.40	0.42	0.59
No. of bat passes	153	71	45	29	25	11
Occurrences	0.20	0.13	0.10	0.07	0.06	0.03
<i>Nyctalus noctula</i>						
Confidence index	/	0.48	0.51	0.53	0.57	0.61
No. of bat passes	395	68	61	49	31	22
Occurrences	0.21	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04
<i>Pipistrellus kuhlii</i>						
Confidence index	/	0.16	0.21	0.26	0.33	0.43
No. of bat passes	28588	28456	28305	28077	27737	26854
Occurrences	0.87	0.87	0.86	0.86	0.85	0.85
<i>Pipistrellus nathusii</i>						
Confidence index	/	0.65	0.76	NA	NA	NA
No. of bat passes	577	135	18	0	0	0
Occurrences	0.39	0.15	0.03	0.00	0.00	0.00
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>						
Confidence index	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No. of bat passes	167503	167503	167503	167503	167503	167502
Occurrences	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
<i>Plecotus spp.</i>						
Confidence index	/	0.16	0.22	0.28	0.36	0.47
No. of bat passes	1352	1228	1161	1042	911	721
Occurrences	0.60	0.58	0.58	0.57	0.53	0.51
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>						
Confidence index	/	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No. of bat passes	41	41	41	41	41	41
Occurrences	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<i>Rhinolophus hipposideros</i>						
Confidence index	/	0.39	0.40	0.41	0.43	0.45
No. of bat passes	128	117	116	116	116	113
Occurrences	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Table 3. Species response to environmental variables (estimates, standard errors and p-values)

according to the error risk probability (***) P < 0.001, ** P < 0.01, * P < 0.05, . P < 0.1).

Species	Environmental variables	Error risk probability					
		Raw data	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
<i>Barbastella barbastellus</i>	Open areas vs. hedg.	-2.93±0.24 ***	-2.91±0.23 ***	-2.93±0.24 ***	-2.93±0.24 ***	-2.93±0.24 ***	-2.94±0.24 ***
	Dist. to forest	0.07±0.13	0.09±0.13	0.08±0.13	0.08±0.13	0.08±0.13	0.08±0.13
	Dist. to wetland	-0.05±0.12	-0.05±0.12	-0.05±0.12	-0.05±0.12	-0.05±0.12	-0.05±0.12
	Dist. to urban	0.02±0.10	0.01±0.10	0.02±0.10	0.02±0.10	0.02±0.10	0.02±0.10
	Length of hedgerows	0.17±0.13	0.17±0.12	0.17±0.13	0.17±0.13	0.17±0.13	0.17±0.13
<i>Eptesicus serotinus</i>	Open areas vs. hedg.	-0.74±0.37 *	-0.60±0.40	-0.62±0.40	-0.63±0.40	-0.60±0.41	-0.52±0.42
	Dist. to forest	-0.06±0.23	-0.15±0.24	-0.14±0.25	-0.15±0.25	-0.14±0.25	-0.12±0.26
	Dist. to wetland	0.08±0.19	0.12±0.20	0.13±0.20	0.12±0.21	0.12±0.21	0.08±0.21
	Dist. to urban	-0.69±0.19 ***	-0.79±0.21 ***	-0.78±0.21 ***	-0.77±0.21 ***	-0.76±0.21 ***	-0.76±0.22 ***
	Length of hedgerows	0.18±0.23	0.19±0.25	0.20±0.25	0.20±0.25	0.19±0.25	0.16±0.26
<i>Myotis nattereri</i>	Open areas vs. hedg.	-1.29±0.21 ***	-1.20±0.25 ***	-1.16±0.26 ***	-1.10±0.27 ***	-1.11±0.29 ***	-1.08±0.33 ***
	Dist. to forest	0.16±0.13	0.20±0.14	0.11±0.15	0.08±0.16	0.07±0.17	0.03±0.18
	Dist. to wetland	0.16±0.11	0.24±0.13 .	0.20±0.14	0.20±0.14	0.19±0.15	0.15±0.17
	Dist. to urban	0.08±0.11	0.18±0.13	0.15±0.13	0.13±0.14	0.16±0.15	0.23±0.16
	Length of hedgerows	0.18±0.13	0.27±0.15 .	0.30±0.16 .	0.33±0.17 .	0.34±0.18 .	0.34±0.19 .
<i>Myotis spp.</i>	Open areas vs. hedg.s	-1.77±0.19 ***	-1.64±0.20 ***	-1.75±0.21 ***	-1.77±0.22 ***	-1.83±0.23 ***	-1.87±0.27 ***
	Dist. to forest	0.24±0.12 *	0.21±0.13	0.21±0.13	0.19±0.14	0.19±0.14	0.18±0.16
	Dist. to wetland	0.09±0.11	0.08±0.11	0.11±0.12	0.10±0.12	0.13±0.13	0.13±0.14
	Dist. to urban	-0.07±0.09	-0.09±0.10	-0.03±0.11	-0.01±0.11	0.01±0.11	0.08±0.13
	Length of hedgerows	0.13±0.12	0.20±0.13	0.23±0.14 .	0.24±0.14 .	0.29±0.15 .	0.32±0.16 .
<i>Nyctalus leisleri</i>	Open areas vs. hedg.	-0.86±0.22 ***	-0.41±0.29	-0.33±0.34	0.29±0.39	0.55±0.42	0.92±0.66
	Dist. to forest	0.34±0.12 **	0.21±0.16	0.14±0.21	0.10±0.25	0.13±0.26	0.42±0.37
	Dist. to wetland	0.07±0.10	-0.09±0.15	-0.04±0.19	-0.14±0.26	-0.22±0.28	-0.37±0.46
	Dist. to urban	-0.11±0.10	-0.19±0.15	-0.11±0.18	0.10±0.22	0.22±0.24	0.41±0.36
	Length of hedgerows	0.35±0.12 **	0.25±0.17	0.18±0.20	0.28±0.25	0.31±0.27	0.15±0.42
<i>Nyctalus noctula</i>	Open areas vs. hedg.	-0.31±0.16 ***	1.27±0.28 ***	1.42±0.30 ***	1.62±0.36 ***	1.51±0.43 ***	1.27±0.50 *
	Dist. to forest	-0.55±0.11 ***	-0.68±0.21 ***	-0.66±0.22 **	-0.62±0.26 *	-0.27±0.31	-0.14±0.35
	Dist. to wetland	-0.07±0.06	-0.06±0.17	0.01±0.18	0.15±0.21	0.31±0.27	0.34±0.34
	Dist. to urban	0.26±0.07 ***	-0.05±0.17	-0.06±0.18	-0.09±0.21	-0.09±0.24	-0.03±0.29
	Length of hedgerows	0.32±0.08 ***	0.30±0.20	0.40±0.21 .	0.45±0.25 .	0.25±0.31	-0.05±0.37
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Open areas vs. hedg.	-2.18±0.26 ***	-2.08±0.26 ***	-2.18±0.27 ***	-2.18±0.27 ***	-2.18±0.27 ***	-2.17±0.27 ***
	Dist. to forest	0.07±0.13	0.08±0.14	0.07±0.14	0.07±0.14	0.07±0.14	0.08±0.14
	Dist. to wetland	0.24±0.13 .	0.23±0.13 .	0.25±0.13 .	0.24±0.13 .	0.25±0.13 .	0.25±0.13 .
	Dist. to urban	0.08±0.13	0.06±0.13	0.08±0.13	0.08±0.13	0.09±0.13	0.09±0.13
	Length of hedgerows	0.06±0.16	0.07±0.15	0.06±0.16	0.06±0.16	0.06±0.16	0.06±0.16
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Open areas vs. hedg.	-0.49±0.24 *	0.68±0.32 *	2.39±0.83 **	/	/	/
	Dist. to forest	0.10±0.16	0.26±0.21	0.79±0.48	/	/	/
	Dist. to wetland	0.06±0.13	0.07±0.18	0.52±0.43	/	/	/
	Dist. to urban	-0.06±0.13	-0.03±0.19	-0.04±0.46	/	/	/
	Length of hedgerows	0.09±0.16	0.29±0.21	0.68±0.55	/	/	/
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Open areas vs. hedg.	-2.99±0.19 ***	-2.99±0.19 ***	-2.99±0.19 ***	-2.99±0.19 ***	-2.99±0.19 ***	-2.93±0.19 ***
	Dist. to forest	0.11±0.13	0.11±0.13	0.11±0.13	0.11±0.13	0.11±0.13	0.10±0.14
	Dist. to wetland	0.04±0.11	0.04±0.11	0.04±0.11	0.04±0.11	0.04±0.11	0.04±0.11
	Dist. to urban	-0.13±0.10	-0.13±0.10	-0.13±0.10	-0.13±0.10	-0.13±0.10	-0.10±0.10
	Length of hedgerows	0.34±0.13**	0.34±0.13**	0.34±0.13**	0.34±0.13**	0.34±0.13**	0.36±0.13 **
<i>Plecotus spp.</i>	Open areas vs. hedg.	-1.00±0.19 ***	-0.89±0.19 ***	-0.97±0.19 ***	-0.92±0.19 ***	-0.87±0.20 ***	-0.81±0.20 ***
	Dist. to forest	0.08±0.12	0.14±0.12	0.10±0.12	0.09±0.12	0.08±0.13	0.03±0.13
	Dist. to wetland	-0.17±0.11	-0.13±0.11	-0.15±0.11	-0.15±0.11	-0.18±0.12	-0.21±0.12
	Dist. to urban	-0.25±0.10 *	-0.25±0.10 *	-0.26±0.10 **	-0.25±0.10 *	-0.23±0.10 *	-0.17±0.10 .
	Length of hedgerows	0.09±0.14	0.07±0.12	0.09±0.12	0.09±0.12	0.11±0.13	0.15±0.13
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Open areas vs. hedg.	0.23±0.99	0.23±0.99	0.23±0.99	0.23±0.99	0.23±0.99	0.23±0.99
	Dist. to forest	0.74±0.25 **	0.74±0.25 **	0.74±0.25 **	0.74±0.25 **	0.74±0.25 **	0.74±0.25 **
	Dist. to wetland	-1.22±0.29 ***	-1.22±0.29 ***	-1.22±0.29 ***	-1.22±0.29 ***	-1.22±0.29 ***	-1.22±0.29 ***
	Dist. to urban	-0.21±0.26	-0.21±0.26	-0.21±0.26	-0.21±0.26	-0.21±0.26	-0.21±0.26
	Length of hedgerows	0.84±0.30 **	0.84±0.30 **	0.84±0.30 **	0.84±0.30 **	0.84±0.30 **	0.84±0.30 **
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Open areas vs. hedg.	-3.18±0.74 ***	-3.01±0.72 ***	-3.01±0.73 ***	-3.01±0.73 ***	-3.01±0.73 ***	-2.98±0.73 ***
	Dist. to forest	0.09±0.30	-0.47±0.36	-0.50±0.36	-0.49±0.36	-0.49±0.36	-0.51±0.36
	Dist. to wetland	-0.34±0.26	-0.46±0.26 .	-0.50±0.28 .	-0.50±0.28 .	-0.50±0.28 .	-0.47±0.28 .
	Dist. to urban	-0.17±0.26	-0.17±0.26	-0.13±0.27	-0.13±0.27	-0.13±0.27	-0.14±0.27
	Length of hedgerows	0.02±0.31	0.05±0.31	0.06±0.31	0.06±0.31	0.06±0.31	0.07±0.31

Discussion

This study demonstrates that automatic acoustic identification of bats coupled to partial manual checking and error rate modelling (i.e. semi-automatic identification; Newson et al. 2015), is a key tool for knowledge improvements and the conservation of bats. Robust activity patterns could indeed be demonstrated even in cases where error rates were until now considered too high (Rydell et al. 2017). This new and robust framework takes advantage of confidence estimates provided by automatic identification softwares, controlling error rate tolerance and checking for potential biases induced by identification errors.

Using confidence thresholds

To investigate the effect of automatic identification errors on activity patterns, we studied response of bat activity to several environmental variables known to impact bats. Most of the significant responses were, as expected, consistent with known patterns: open areas and hedgerows (Verboom & Huitema 1997; Lacoeyuilhe et al. 2016), forest (Boughey et al. 2011; Frey-Ehrenbold et al. 2013), urban (Mckinney 2005; Jung & Threlfall 2016) and wetlands (Sirami, Steve & Cumming 2013; Santos et al. 2013).

The comparison between bats response to environmental variables based on raw data and based on maximum error rates tolerance showed however some discrepancies, with sometimes opposed significant responses, such as the effect of open areas vs. hedgerows variable on *P. nathusii*. This demonstrates that analyses conduct on raw automatic identification data could be severely biased and that filtering out data with high error risk is essential, in accordance with concerns expressed by Russo & Voigt (2016), and thus it is indispensable to use a semi-automatic process (Newson et al. 2015).

Quite logically these biases due to false positives seem to impact mostly uncommon species which are acoustically close to commoner ones. Here the most impacted species is *P. nathusii* which suffer high false positive rate due to the local abundance of *P. kuhlii* and *P. pipistrellus*.

Consequently, an analysis conducted on raw automatic identification data for this species seems to be completely driven by the response of the two other Pipistrelles.

However, we also shown that 10 of the 13 significant activity responses at 0.5 maximum error rate tolerance were very consistent and significant while reducing error tolerance to 0.1 showed very consistent results. Among the three exceptions, two responses did not change much in magnitude but lost significance: distance to forest for *N. noctula* and distance to urban for *Plecotus spp.* These two response were relatively weak compared to open vs. hedgerow responses, thus this discrepancy among error tolerance thresholds is more likely due to a lack of statistical power for low error tolerance than any source of bias for higher error tolerance. This shows that using a cautious threshold minimising false positives may prevent to detect subtle patterns.

The last exception concern *P. nathusii* for which no analysis could be conducted for low error tolerance because all bat passes suffered relatively high error risk due to commoner *Pipistrellus* species (see above). However, the fact that *P. nathusii* response to hedgerow response were opposite to the two other species plead for a genuine pattern rather than a biased one, but this response should be more cautiously interpreted than other species response that were consistent with varying error tolerances.

Survey recommendations and limitations

This method allows to account for errors in automatic identification in studies the response or occurrence of bats in relation to environmental variables, anthropic pressures or temporal monitoring.

The maximum error rate tolerance of 0.5 is a threshold containing the minimum error rate, with an equilibrate balance between false negatives and false positives. However, false positives are more likely to produce biases because their rate is strongly driven by the activity pattern of other species. In contrast, the maximum error rate tolerance of 0.1 minimise false

positive rate, but at the cost of discarding a lot of false negative. Rather than looking for a possible optimal thresholds, our results suggest to systematically check consistence of responses considering at least two thresholds (0.5 and 0.1), in order to check the robustness of the obtained results and go to conclusive interpretation only when these are consistent.

In case of no consistence, i.e. strong changes of estimates, this reveal biases linked to errors needed corrections in experimental design or the use of results from the safest maximum error risk tolerance. Also, in some cases a too low maximum error rate tolerated can generate a loss of significance due to high rate of false negative and low occurrences, for which it could be helpful to use a less restrictive threshold, or perform more complicated models at low maximum error risk tolerance such as zero-inflate or truncated models (Zuur et al. 2009).

A lack of consistency is particularly expected for uncommon species which are acoustically close to commoner ones such as *P. nathusii* here. For these species, either systematic manual checking or important improvement of automatic identification is needed to conduct robust analyses, however our framework of error risk modelling is already sufficient to effectively identify these problematic species and should prevent automatic identification users to draw non robust conclusions.

This method can be applied to any ecological studies with standardized sampling but, of course, cannot help for surveys where no error could be tolerated, e.g. inventories, species distribution modelling or impact assessment studies (Russo & Voigt 2016). However, in that case, automatic identification indicate what bat passes to manually check in order to identify species presence at small or point scale, selecting passes having best confidence indices and thus saving time to the user.

Conclusions and perspectives

Despite concerns emitted by Rydell et al. (2017) about global error rates in automatic identification restricting their use, this study shows that it is possible to account for these

errors by using provided confidence index of identification reliability in order to model the error risk. This allowed to check consistence of responses at different maximum error risk tolerances involving a trade-off between quantity and quality of acoustic data.

This process, named semi-automatic identification (Newson et al. 2015), is a key tool for knowledge improvements and the conservation of bats. Such a method indeed allows to use bat acoustic data containing false positive passes, checking potential influence of error rates on the response of bat activity to various factors such as environmental variables, anthropic pressures or temporal monitoring. A crucial advantage is that manually checking a relatively small sample of bat passes (< 1 %) is sufficient to assess analysis robustness regarding error rates, though checking all data is very time-consuming and virtually impossible for such a large dataset.

Thus, this study provides new opportunities, starting with a time gain in manual checking in experimental studies. This also allows to widely generalize large-scale monitoring of bats improving knowledge on so far unknown ecological patterns (Newson et al. 2015). Current context with the recent development of citizen science programs is particularly favourable to the deployment of such large-scale acoustic monitoring, and could make it possible to study very important concerns such as population trends (Jeliazkov et al. 2016), thus having an important implication for conservation of bats.

References

- Adams, A.M., Jantzen, M.K., Hamilton, R.M. & Fenton, M.B. (2012) Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 992–998.
- Azam, C., Le Viol, I., Julien, J.F., Bas, Y. & Kerbiriou, C. (2016) Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program. *Landscape Ecology*, 31, 2471–2483.
- Barataud, M. (2015) *Ecologie Acoustique Des Chiroptères d'Europe, Identification Des Espèces, Étude de Leurs Habitats et Comportements de Chasse, Biotope Ed.*
- Bas, Y., Bas, D. & Julien, J. (2017) Tadarida : A Toolbox for Animal Detection on Acoustic Recordings. *Journal of open research software*, 5, 1–8.
- Boughey, K.L., Lake, I.R., Haysom, K. a. & Dolman, P.M. (2011) Effects of landscape-scale broadleaved woodland configuration and extent on roost location for six bat species across the UK. *Biological Conservation*, 144, 2300–2310.
- Britzke, E.R., Duchamp, J.E., Murray, K.L., Swihart, R.K. & Robbins, L.W. (2011) Acoustic identification of bats in the eastern United States: A comparison of parametric and nonparametric methods. *Journal of Wildlife Management*, 75, 660–667.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Morcillo, M.H., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vie, J.-C. & Watson, R. (2010) Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328, 1164–1168.
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., A.Wardle, D., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S. & Naeem, S. (2012) Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 489, 326–326.
- Chatterjee, S. & Hadi, A.S. (2006) *Regression Analysis by Example*, 5th ed. John Wiley & Sons, Inc.
- Delpont, W., Kemp, A.C. & Ferguson, J.W.H. (2002) Vocal identification of individual African Wood Owls *Strix woodfordii*: A technique to monitor long-term adult turnover and residency. *Ibis*, 144, 30–39.

- Fisher, J.A.D., Frank, K.T. & Leggett, W.C. (2010) Dynamic macroecology on ecological time-scales. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 1–15.
- Frey-Ehrenbold, A., Bontadina, F., Arlettaz, R. & Obrist, M.K. (2013) Landscape connectivity, habitat structure and activity of bat guilds in farmland-dominated matrices. *Journal of Applied Ecology*, 50, 252–261.
- Froidevaux, J.S.P., Zellweger, F., Bollmann, K. & Obrist, M.K. (2014) Optimizing passive acoustic sampling of bats in forests. *Ecology and Evolution*, 4, 4690–4700.
- Gasc, A., Sueur, J., Pavoine, S., Pellens, R. & Grandcolas, P. (2013) Biodiversity Sampling Using a Global Acoustic Approach: Contrasting Sites with Microendemics in New Caledonia. *PLoS ONE*, 8.
- Jeliazkov, A., Bas, Y., Kerbiriou, C., Julien, J.F., Penone, C. & Le Viol, I. (2016) Large-scale semi-automated acoustic monitoring allows to detect temporal decline of bush-crickets. *Global Ecology and Conservation*, 6, 208–218.
- Jung, K. & Threlfall, C. (2016) Urbanization and its effect on bats: a global meta-analysis. In: Kingston T, Voigt C (eds) *Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world.*, Springer, pp. 13–33.
- Kalan, A.K., Mundry, R., Wagner, O.J.J., Heinicke, S., Boesch, C. & Köhl, H.S. (2015) Towards the automated detection and occupancy estimation of primates using passive acoustic monitoring. *Ecological Indicators*, 54, 217–226.
- Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J.F. & Kerbiriou, C. (2016) Effects of hedgerows on bats and bush crickets at different spatial scales. *Acta Oecologica*, 71, 61–72.
- Mckinney, M.L. (2005) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127, 247–260.
- 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.
- Newson, S.E., Evans, H.E. & Gillings, S. (2015) A novel citizen science approach for large-scale standardised monitoring of bat activity and distribution, evaluated in eastern England. *Biological Conservation*, 191, 38–49.
- Newson, S.E., Woodburn, R.J.W., Noble, D.G., Baillie, S.R. & Gregory, R.D. (2005) Evaluating the Breeding Bird Survey for producing national population size and density estimates. *Bird Study*, 52, 42–54.
- Obrist, M.K., Boesch, R. & Fluckiger, P.F. (2004) Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia*, 68, 307–322.

- Parsons, S. & Jones, G. (2000) Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *The Journal of experimental biology*, 203, 2641–2656.
- Russo, D. & Jones, G. (2002) Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *Journal of Zoology*, 258, S0952836902001231.
- Russo, D. & Voigt, C.C. (2016) The use of automated identification of bat echolocation calls in acoustic monitoring: A cautionary note for a sound analysis. *Ecological Indicators*, 66, 598–602.
- Rydell, J., Nyman, S., Eklöf, J., Jones, G. & Russo, D. (2017) Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: A request for prudence. *Ecological Indicators*, 78, 416–420.
- Santos, H., Rodrigues, L., Jones, G. & Rebelo, H. (2013) Using species distribution modelling to predict bat fatality risk at wind farms. *Biological Conservation*, 157, 178–186.
- Selby, T.H., Hart, K.M., Fujisaki, I., Smith, B.J., Pollock, C.J., Hillis-Starr, Z., Lundgren, I. & Oli, M.K. (2016) Can you hear me now? Range-testing a submerged passive acoustic receiver array in a Caribbean coral reef habitat. *Ecology and Evolution*, 6, 4823–4835.
- Sirami, C., Steve, D. & Cumming, G.S. (2013) Artificial wetlands and surrounding habitats provide important foraging habitat for bats in agricultural landscapes in the Western Cape, South Africa. *Biological Conservation*, 164, 30–38.
- Verboom, B. & Huitema, H. (1997a) The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology*, 12, 117–125.
- Verboom, B. & Huitema, H. (1997b) The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology*, 12, 117–125.
- Zuur, A., Ieno, E. & Elphick, C. (2010) A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1, 3–14.
- Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A. & Smith, G.M. (2009) *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*.

Annexes

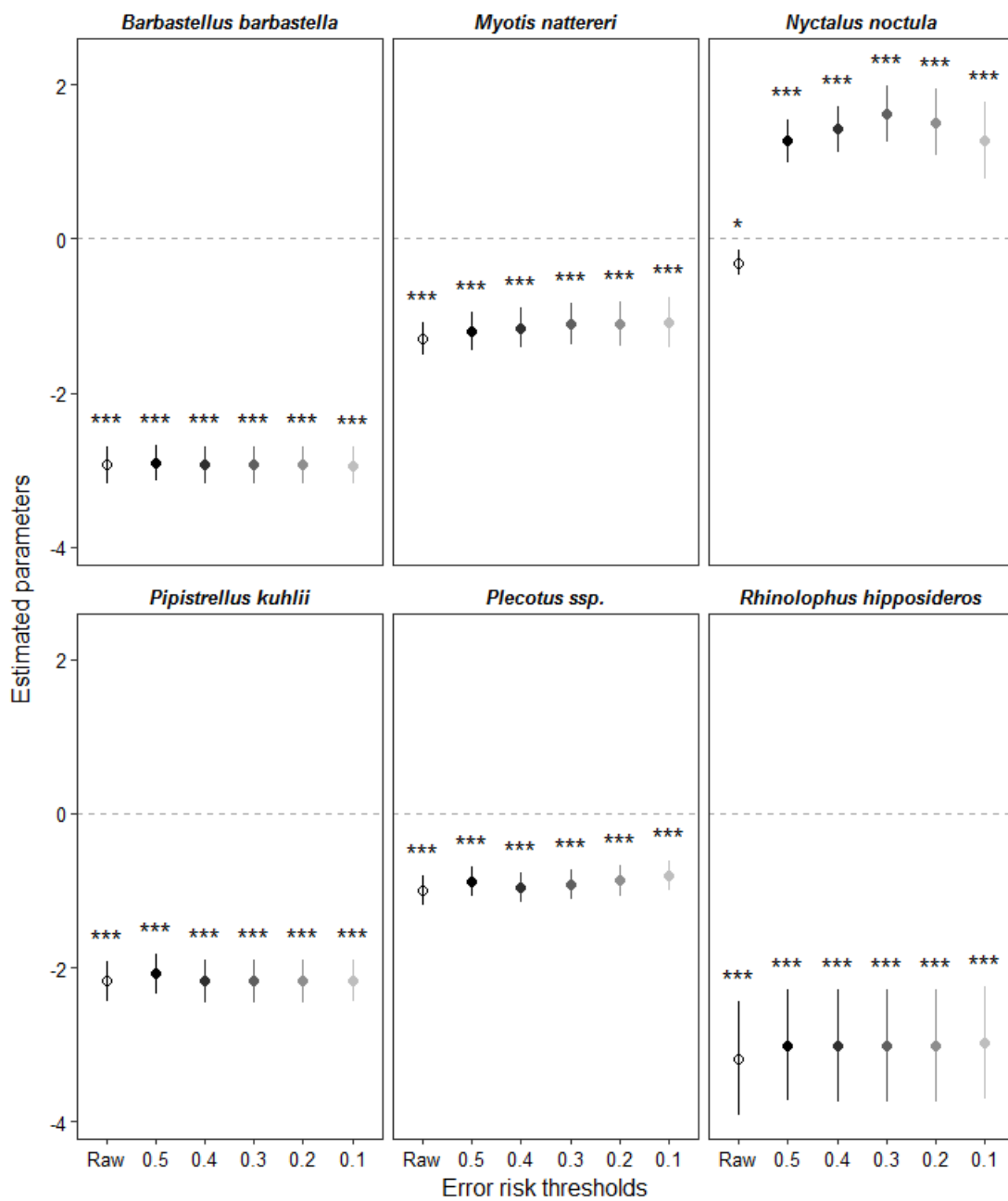


Figure S1. Estimated parameters, standard errors and p-values of the open area vs. hedgerows variable obtained from models performed on dataset filtered by different error risk probabilities in automatic identification (empty circle: raw data; filled circles from black to grey: 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1).

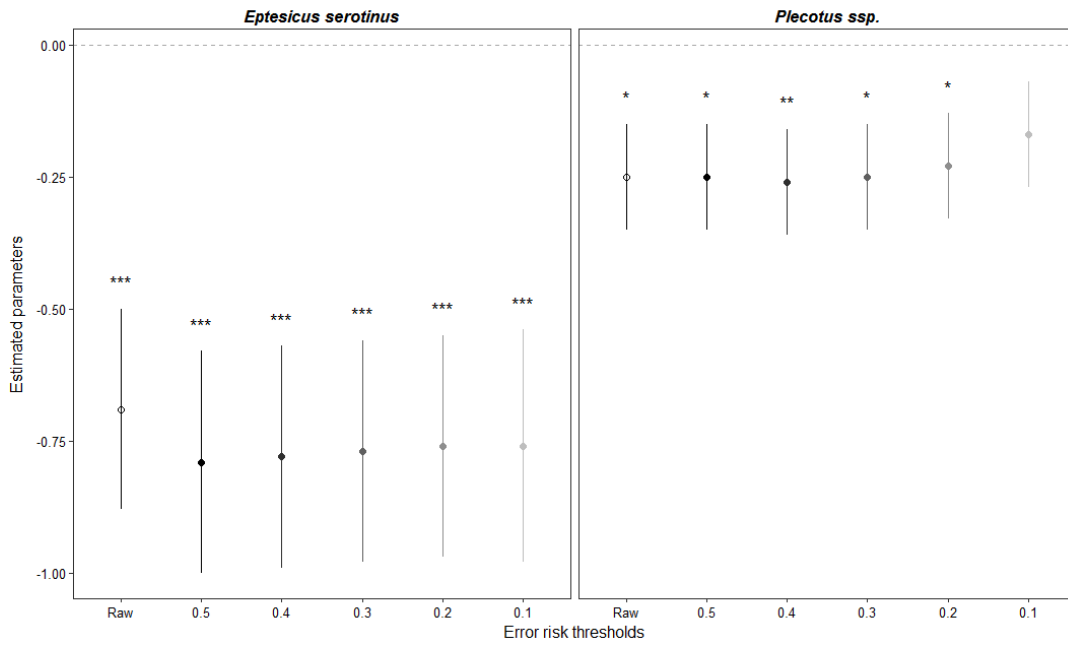


Figure S2. Estimated parameters, standard errors and p-values of the distance to urban variable obtained from models performed on dataset filtered by different error risk probabilities in automatic identification (empty circle: raw data; filled circles from black to grey: 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1).

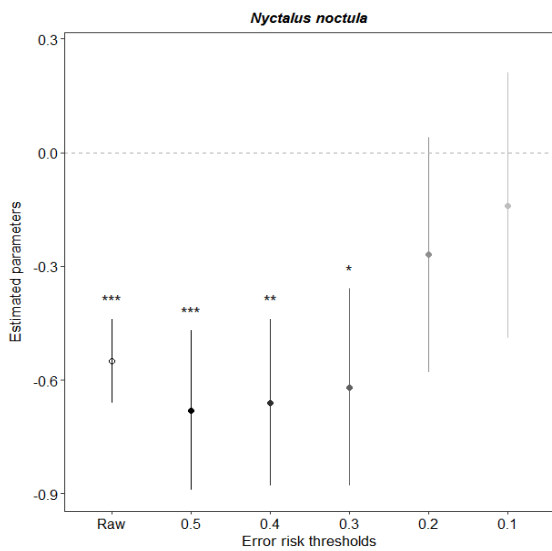


Figure S3. Estimated parameters, standard errors and p-values of the distance to forest variable obtained from models performed on dataset filtered by different error risk probabilities in automatic identification (empty circle: raw data; filled circles from black to grey: 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1).

Table S1. Species composition of detected errors in automatic identification from manual checking (Barbar: *Barbastella barbastellus*; Eptser: *Eptesicus serotinus*; Myosp: *Myotis spp.*; Nyclei: *Nyctalus leisleri*; Nycnoc: *Nyctalus noctula*; Pipkuh: *Pipistrellus kuhlii*; Pipnat: *Pipistrellus nathusii*; Pippip: *Pipistrellus pipistrellus*; Plesp: *Plecotus spp.*; Rhifer: *Rhinolophus ferrumequinum*; Rhihip: *Rhinolophus hipposideros*).

Automatically identified species	Species composition of detected errors in automatic identification											
	Barbar	Eptser	Myosp	Nyclei	Nycnoc	Pipkuh	Pipnat	Pippip	Plesp	Rhifer	Rhihip	non-bat
Barbar	/	/	1	/	/	/	/	/	/	/	/	8
Eptser	1	/	2	/	/	7	/	/	2	/	/	9
Myosp	7	2	/	/	/	8	/	8	2	/	/	16
Nyclei	/	2	/	/	1	2	/	3	3	/	/	35
Nycnoc	/	/	/	1	/	/	/	19	/	/	/	37
Pipkuh	6	3	4	/	/	/	2	6	/	/	/	14
Pipnat	/	/	/	/	/	63	/	19	/	/	/	9
Pippip	/	/	/	/	/	/	1	/	/	/	/	4
Plespp	9	4	1	/	/	2	/	5	/	/	/	8
Rhifer	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Rhihip	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10

Étude des pertes de fréquentation d'habitats engendrées par les éoliennes sur les chiroptères

La méthodologie proposée dans l'article 1 permet donc de mobiliser des jeux de données conséquents en optimisant l'effort dédié à la validation manuelle des identifications.

J'ai ensuite utilisé cette méthode pour traiter une grande quantité de données issue d'une expérimentation de terrain que j'ai menée dans le nord-ouest de la France. Cette expérimentation avait pour but d'étudier l'impact des éoliennes sur la fréquentation des habitats par les chiroptères, jusqu'ici largement méconnu comme expliqué en introduction de ce chapitre. J'ai donc réalisé un plan d'échantillonnage consistant à enregistrer autour d'un même parc éolien, l'activité en chiroptères sur des nuits complètes sur 9 sites indépendants par nuit (en moyenne) positionnés à 9 distances différentes de l'éolienne la plus proche. Pour minimiser les biais liés à l'habitat j'ai uniquement focalisé l'expérimentation sur les haies, élément particulièrement structurant et attractif dans le paysage pour les chiroptères (Bougey et al. 2011b ; Frey-Ehrenbold et al. 2013 ; Millon et al. 2015 ; Lacoëuilhe et al. 2016). J'ai échantillonné un gradient continu de distances des sites d'enregistrements aux éoliennes allant de 0 à 1000 m. Ceci a permis d'étudier, dans l'article 2, la distance d'impact des éoliennes sur l'activité enregistrée, et de quantifier la perte de fréquentation engendrée pour un grand nombre d'espèces, dont les principaux résultats sont résumés dans l'encadré 3.

Encadré 3. Principaux résultats de l'impact des éoliennes sur la fréquentation des habitats par les chiroptères (article 2).

Effet significativement négatif de la proximité d'éoliennes sur l'activité de 3 espèces (Barbastelle d'Europe, Noctule de Leisler et Pipistrelle commune), 2 groupes d'espèces (murins et oreillards) et 2 guildes (espèces à vol rapide et espèces glaneuses) ;

Relation quadratique seulement trouvée pour la Noctule de Leisler (optimum d'activité à 636 m de l'éolienne): pas d'optimum pour les autres espèces/groupes, signifiant que le retour à une activité normale n'est pas détecté (activité croissante et linéaire avec l'augmentation de la distance à l'éolienne) et que l'effet négatif se prolonge probablement à plus de 1000 m ;

Certaines espèces significativement impactées ne sont pas connues comme sensibles par mortalité et donc jusqu'ici peu considérées dans les études réglementaires, comme les espèces glaneuses, les murins et oreillard, ou encore la Barbastelle d'Europe inscrite à l'Annexe II de la Directive Habitats ;

La recommandation européenne d'implantation des éoliennes à plus de 200 m de toutes lisères arborées publiée en 2008 par EUROBATS est fortement insuffisante, et à la fois loin d'être appliquée sur le terrain puisque 89% des éoliennes de la région étudiée ne la respectent pas ;

Une implantation actuelle des éoliennes et une répulsion des parcs sur les chiroptères qui engendrent de grandes pertes de fréquentation d'habitat (53.8% de perte d'activité dans un rayon de 1000 m autour des éoliennes étudiées pour les espèces glaneuses, menant à une perte estimée et aujourd'hui non compensée de 2400 km de haies pour les chiroptères à l'échelle des régions Bretagne et Pays de la Loire).

Article 2

Impact of wind turbines on bat activity: an omitted long-distance concern leading to high loss of habitat use.

Kévin Barré^{1,2}, Yves Bas^{1,3}, Isabelle Le Viol¹, Romain Julliard¹, Christian Kerbiriou¹

¹ Muséum national d'Histoire naturelle, Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France

² Agrosolutions, 83 Avenue de la Grande Armée, 75782 Paris, France

³ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175, CNRS, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier, France

Mailing addresses: ileviol@mnhn.fr; julliard@mnhn.fr; ybas@mnhn.fr; kerbiriou@mnhn.fr

Corresponding author: Kévin Barré - kevin.barre@edu.mnhn.fr

Running head: Impact of wind turbines on bat activity

Key words: acoustic monitoring, avoidance, chiroptera, habitat loss, hedgerows, planning, revulsion, wind energy

Abstract

1. Wind energy is rapidly growing as a renewable energy but is not environmentally neutral for wildlife, especially bats. Whereas several studies have focused on bat mortality through collision with wind turbines, none has quantified the loss of habitat use resulting from the potential negative impact of wind farms. Habitat, and particularly foraging habitat, is nevertheless a key element for population conservation and the establishment of such infrastructure, which modifies environmental conditions, may durably affect the foraging behaviour of such species. We quantified the impact of wind turbines at different distances on the activity of 11 bat taxa (8 species and 3 species groups).

2. We recorded and compared using GLMMs, bat activity at hedgerows (207 sites) located at a distance of 0-1000 m from wind turbines (151) of 29 wind farms in an agricultural region in autumn (overall 193 980 bat passes). We then placed our results into perspective with the European recommendations about distances of turbine installation from hedgerows (at least 200 m from any wooded edge) and their implementation in the field, by measuring the current distances of wind turbines (n=909) to hedgerows in the whole study region.

3. We found a significant linear negative effect of proximity to turbines on bat activity for 3 species (*Barbastella barbastellus*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus pipistrellus*) and 2 species-groups (*Myotis spp.*, *Plecotus spp.*) and the 2 studied guilds (fast-flying and gleaner). In this context, the current establishment of wind turbines results in a high decrease in activity 1000 m around the 151 turbines studied, of 53.8% and 19.6% for gleaner and fast-flying guilds, respectively.

4. Synthesis and applications. Our study highlighted the fact that the 200 m distance threshold of European recommendations to limit wind turbine impact on bats is likely strongly underestimated concerning bat activity. The current situation is particularly worrying with 89% of 909 turbines in the region which do not comply with European recommendations

which moreover appear themselves far from sufficient to limit wind turbine impact on habitat use by bats.

Introduction

Wind energy has rapidly grown as a renewable energy source over the last 10 years and has multiplied by 6.6 (Global wind energy council 2016). As a result of the 2015 United Climate Change Conference (COP 21) at Paris, reinforcing the development of renewable energy, signed by 195 countries, this trend is expected to continue and wind energy occupies an important place. The main wind farms are implemented in intensive agricultural areas to avoid urban areas and habitats of conservation concern like forests.

Despite being renewable, wind energy is not environmentally neutral with respect to wildlife. Besides birds, a large number of studies have shown that wind farms have adverse effects on bats through mortality events from collisions (Arnett et al. 2016), and may threaten population viability (Frick et al. 2017). Whereas many studies have focused on bat mortality through collision with wind turbines, none has quantified activity loss resulting from the potential impact on habitat use around wind farms. Habitat availability, notably foraging habitat, is nevertheless recognized as a major driver of population dynamics for most taxa (Ney-nifle & Mangel 2000; Rybicki & Hanski 2013; Froidevaux et al. 2017) and the establishment of such infrastructure, by modifying environmental conditions, may affect durably the habitat use of such long-lived species. Moreover, agricultural landscapes are widely used by bats as foraging areas (Wickramasinghe et al. 2004; Boyles et al. 2011). Indeed, some widespread habitats in agricultural areas are known to be essential for bats, such as wetlands (Sirami, Steve & Cumming 2013) and hedgerows (Lacoeuilhe et al. 2016), structuring the landscape used by bats (Boughey et al. 2011a; Frey-Ehrenbold et al. 2013).

To our knowledge, only 3 studies have dealt with the impact of wind turbines on the attractiveness of foraging habitat. Firstly, Millon et al. (2014) showed, at the landscape scale in open fields, a significantly lower bat activity within agricultural fields under 100 m hub height wind turbines than away from any turbines. Then, at a more local scale, by studying bat

activity at 100 m distance intervals between 0 and 500 m from small wind turbines (between 6 and 25 m in hub height), Minderman et al. (2012, 2017) found a significant reduction of activity for *Pipistrellus pipistrellus* up to 400 m from the turbines. Thus, concerning the standard turbines (> 55 m in hub height), there has been no accurate assessment of wind turbine impact on foraging habitat attractiveness. One of the great issues for wind farm setting-up is the implementation distance from wooded edges, including hedgerows, in order to reduce the mortality risk. Indeed, hedgerows in agricultural landscapes concentrate most of the activity for the majority of bat species, which becomes very low at more than 200 m from hedgerows in open areas (Kelm et al. 2014). Consequently, guidelines of the Agreement on the Conservation of Populations of European Bats (UNEP/EUROBATS) recommend since 2008 that turbines should not be installed closer than 200 m from any types of wooded edges (forests and hedgerows) due to the high risk of fatalities (Rodrigues et al. 2015). However, these recommendations only consider the avoidance of collision and are based on the observation of reduced activity with increased distances to wooded edges. Reduction of activity on habitats close to turbines as well as the threshold distance of this impact are not considered in recommendations.

In this context, there is an urgent need for a more specific approach to assess the potential decrease of bat activity close to wind turbines, in order to quantify the loss of habitat use according to the distance from turbines. Due to the importance of habitat, notably foraging habitat, for population dynamics and bat conservation (Rodrigues et al. 2015), this possible underestimated impact of wind turbines on bats could constitute an important concern, potentially as significant in terms of population dynamics as direct mortality from wind turbines. Indeed, negative impacts on activity correspond to a net loss of habitat use around turbines, which is currently not quantified as surface areas and lengths of linear structure loss for bats. Thanks to its relatively easy quantification through the development of new acoustic

technology, such an approach assessing loss of bat activity due to the establishment of new structures could also be helpful to define equivalence in the context of avoidance and offset measures (Millon et al. 2015). This obviously implies being able to assess species-specific loss of activity according to the distance to wind turbines.

We assessed the impact of wind turbines on the activity of bats (8 species and 3 species groups) in a habitat of well recognized importance for the species. We designed a study on the variation of bat activity as a function of the distance to wind turbines focusing on activity recorded on hedgerows. We then accurately quantified bat activity between 0 and 1000 m from wind turbines (n=151) of 29 wind farms. Such a design allowed us to evaluate the current loss of activity that can be attributed to the existing implementation of wind turbines in the studied regions, in order to assess how the European recommendations are so far applied, and the underlying loss of habitat use.

Methods

Study area

Data were collected at 29 wind farms for a total of 151 turbines across two regions in northwest France (Figure 1), representing 16.6% of the 909 installed turbines in these regions. All wind farms were constituted of 3 to 11 turbines (mean 5.2) of 84 m (SD 12) in hub height. For each farm, all turbines had the same height. The installed wind energy capacity in the studied regions was 12141 MW, representing 13.8% of the national installed capacity and covering in these regions 5.1% of the electricity needed (RTE 2017). The study regions are dominated by agricultural areas (82.2%) whose arable and grass lands represent 48 and 34.2%, respectively. Urban areas, mainly characterized by villages and small cities, only represent 6.1%, and forests and wetlands cover 10.6 and 1.1%, respectively.

The precise location (geographical coordinates) and establishment date of the studied 909 wind turbines was known thanks to the French environmental authority's information.

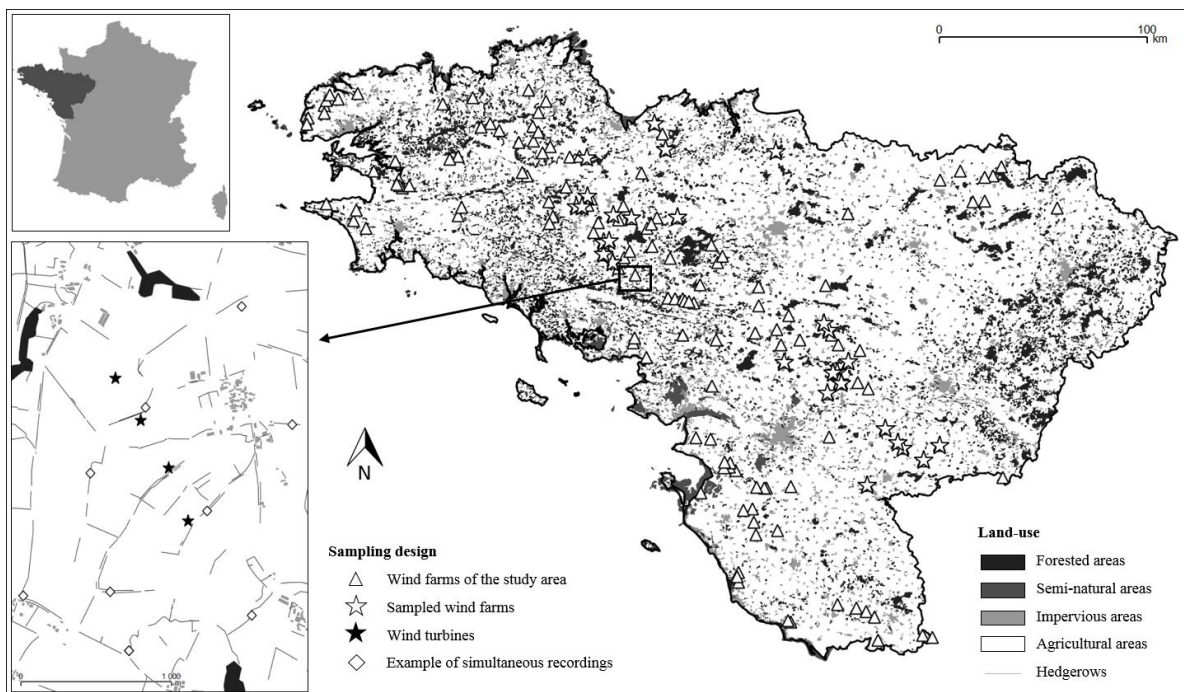


Figure 1. Map of the land use, total and studied wind turbines in the study region, showing an example of sampling with simultaneous recordings of bat activity over one night.

Sampling design and bat data

We studied bat activity at hedgerows along a uniform gradient distance of 0 to 1000 m from the nearest wind turbine (Figure 2), through recordings of echolocation calls on 207 sites distributed around the 151 wind turbines of the 29 farms studied in operation. We sampled one block of 5-13 sites (average = 9) per night covering the gradient of distances between turbine and hedgerows available in the landscape studied. These blocks corresponded mostly to single wind farms, sometimes two when they were very close (Table S1.1). All simultaneously sampled sites were separated by at least 300 m.

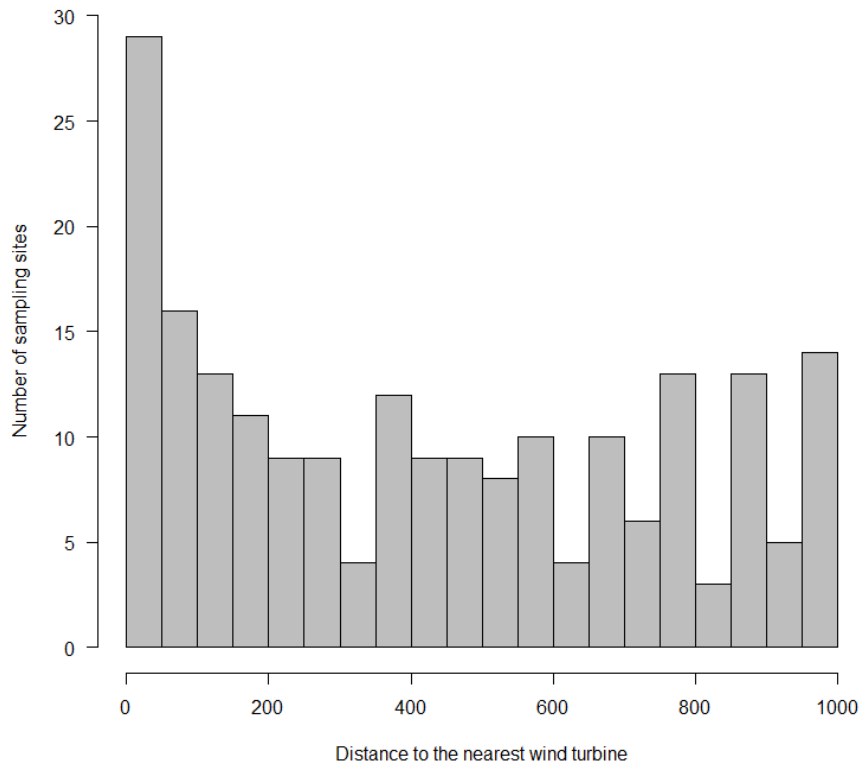


Figure 2. Number of sampled sites across distances between 0 and 1000 meters from the nearest wind turbine.

Recordings were carried out over 23 nights from 7th of September to 8th of October 2016 during the bat migration period (Voigt et al. 2015, 2016). Recordings were performed, during the entire night, from 30 minutes before sunset to 30 minutes after sunrise. Standardized echolocation calls were recorded using one SM2BAT detector per site. The detectors automatically recorded all ultrasounds which were 6 dB over background noise, ensuring a large detection range.

Since it is impossible to determine the number of individual bats from their echolocation calls, we calculated a bat activity metric (bat passes), calculated as the number of contacts per night per species. Thus, a bat pass was defined as a single echolocation call or several calls during a 5 second interval. This interval is considered as a good compromise according to bat pass duration among species (Millon et al. 2015). In a first step, echolocation calls were detected

and classified to the most accurate taxonomic level using the software TADARIDA (Bas, Bas & Julien 2017) which allowed us to assign a confidence index to each classification of a call. In a second step, we performed a manual validation of automatic identification. A sample of 1811 bat passes of 10 species and 2 groups were randomly and double checked manually by KB and YB using BatSound© software. A mean of 18 (SD=10) bat passes per class of confidence index for each species and group were checked, except for *Rhinolophus* species where all passes were checked due to the low total number (Table S1.2). Based on these manual checking results, we performed for each species or group a logistic regression between the success/failure of automatic species assignation (binomial response variable) and the confidence index of the automatic identification (explanatory variable). This allowed us to predict the needed confidence index from the automatic identification process to tolerate a given maximum error risk (Figure S1). Then, we filtered the bat dataset on 5 confidence index thresholds corresponding to a predicted maximum error risk between 0.5 and 0.1 (Table S1.3), in order to perform analyses on different thresholds of maximum error risk tolerance and check the consistency of results.

Three groups (*Pipistrellus kuhlii/nathussi*, *Plecotus spp.* and *Myotis spp.*) were constructed because species within these groups were difficult to identify from each other, except one species of *Myotis spp.*, *Myotis nattereri*, for which echolocation calls are most often characteristic (Siemers & Schnitzler 2000; Obrist, Boesch & Fluckiger 2004; Barataud 2015). We also constructed 2 functional groups, the fast-flying species guild containing *Barbastellus*, *Pipistrellus*, *Eptesicus* and *Nyctalus* genera known to fly along edges and in nearby open environments, and the gleaner species guild containing *Plecotus* and *Rhinolophus* genera as well as *Myotis nattereri* known to fly in cluttered environments (Schnitzler & Kalko 2001). We did not include *Myotis spp.* in the gleaner species guild, due to the diversity of flight

behaviours (not always in cluttered environments) of remaining undetermined species (Schnitzler & Kalko 2001; Schaub & Schnitzler 2007).

Environmental covariates

We selected 7 environmental covariates (the distance to wetlands, forests and urban areas; proportion of arable land, grassland and forest; and length of hedgerows) known as good predictors of bat activity for the species studied (Boughey et al. 2011; Lacoëuilhe et al. 2016) and which showed enough variability (Table 1). The proportion or length of these environmental covariates was calculated within a 250, 500, 750 and 1000 m radius around sampling sites in order to select the best scale using Akaike Information Criteria (AIC) in statistical analyses. Landscape data were provided by the National Institute of Geography (from BD TOPO for data on forests and urban areas, from BD Carthage for wetland data, from BD ORTHO for manual digitization of hedgerows and from Graphical Parcel Register (RPG) for arable and grass land data (www.ign.fr); distances, lengths and proportions were calculated using ArcGIS 10.0).

The precise location of wind turbines also allowed us to calculate for each turbine the current distance to the nearest wooded edge (forest or hedgerow) in order to describe the current situation with respect to 2008 EUROBATS recommendations.

Table 1. Metrics (mean, standard deviation, minimum and maximum) of the raw (not scaled) environmental covariates used in the modelling procedure, according to the buffer size considered for proportion variables.

Landscape variables	Nearest element	Buffer (250 m)	Buffer (500 m)	Buffer (750 m)	Buffer (1000 m)	Range (min-max)
<i>Land cover</i>						
Length of hedgerows (m)	/	1032.0 ± 523.6	3619.0 ± 1641.5	7797.0 ± 3158.3	13750.0 ± 5135.7	84.3-29798.0
Arable land (%)	/	52.9 ± 28.0	50.4 ± 20.8	47.7 ± 16.8	46.5 ± 14.8	0.0-99.1
Grass land (%)	/	34.6 ± 27.9	33.8 ± 20.9	33.9 ± 18.1	33.3 ± 16.5	0.0-97.6
Forest (%)	/	1.3 ± 3.8	2.1 ± 4.1	2.9 ± 4.5	3.3 ± 4.6	0.0-26.1
<i>Distances</i>						
Dist. to wind turbine (m)	436.4 ± 318.1	/	/	/	/	8.1-1004.0
Dist. to forest (m)	737.2 ± 520.5	/	/	/	/	53.7-2700.0
Dist. to urban (m)	302.3 ± 165.8	/	/	/	/	6.7-960.4
Dist. to wetland (m)	548.2 ± 367.1	/	/	/	/	1.6-1644.0

Statistical analysis

We assessed whether bat activity of species or groups recorded at hedgerows differed according to the distance to the nearest wind turbine using Generalized Linear Mixed Model (GLMM, R package lme4). According to the nature of the response variable (i.e. number of bat passes) and potential over-dispersion, we chose the best error distribution among Poisson, or negative binomial distribution (Zuur et al. 2009).

We included in models as fixed effects the distance to the nearest wind turbine and the 7 scaled environmental covariates. We performed interactions between the distance to the nearest wind turbine variable and land cover variables (arable land, grass land and forest proportions, and length of hedgerows), in order to assess the landscape dependence of the wind turbine effects. According to the sampling design (i.e. simultaneous recordings of bat activity along a continuous distance to the nearest wind turbine the same night), we included in the models the date as a discrete random effect to control for inter-night variations. Since only one wind farm was sampled per date, rarely two when they were very close, it was not possible to perform models containing, as fixed effects, the farm characteristics such as height

and number of turbines, confounded in the random effect. In addition, these characteristics had a low variability (see study area section). For the fast-flying and gleaner species models, we added as a second random effect the species composing the guild, in order to take into account abundance variations among species.

Models were performed on data selected at confidence indices corresponding to a 0.5 maximum error risk tolerance under which data were discarded. This allowed us to conserve a maximum number of bat passes and species occurrences in models (Table S1.3). Results were also confirmed at the higher restrictive threshold of confidence indices minimizing the maximum error risk tolerance (0.1) for a majority of species for which data (number of bat passes and occurrences) at such a threshold were sufficient.

Full models were constructed by checking correlations between environmental covariates and the distance to the nearest wind turbine, and between environmental covariates (Table S2.1). We detected a correlation between arable and grass land covariates ($r > 0.7$), therefore they were not simultaneously included in the modelling procedure using the dredge function (R package MuMIn). The non-linear effect of the distance to the nearest wind turbine was checked by visual inspection of the plot from generalized additive mixed models (GAMM, R package mgcv). We detected a quadratic relation for *N. leislerii* and *Nyctalus noctula* (Figure S2.1), we therefore took this into account in full GLMMs for these species by adding a quadratic distance variable.

We checked that no multicollinearity problems occurred, by performing variance-inflation factors (VIF) using the corvif function (R package AED; Zuur, Ieno & Elphick 2010) on each full model. All variables showed a VIF value < 2 , meaning there was no striking evidence of multicollinearity (Chatterjee & Hadi 2006). We also checked the non-spatial autocorrelation on residuals of each best model using `dnearneigh` and `sp.correlogram` functions associated with the Moran's I method by visual inspection and significance tests (R package spatial,

Moran, 1950). We did not detect any problem from the overdispersion ratio on full and best models (< 1.28 ; Table S2.2). Models were validated by visual examination of residual plots. Since some species had low occurrences which may cause statistical problems, we confirmed results of the distance to wind turbine variable by confronting models with and without covariates.

We generated from full models a set of candidate models containing all possible variable combinations ranked by corrected AIC (AICc) using the dredge function. For each set of candidate models, we performed multi-model inference averaging on a delta AICc < 2 using the model.avg function to obtain an averaged regression coefficient for each fixed effect (R package MuMIn, Barton, 2015). We used the allEffects function (R package effects) to get a predicted number of bat passes shown in Figure 3. The relative importance of variables as well as the number of candidate models selecting each variable were extracted from the dredge procedure. All analyses were performed using a significant threshold of 5% in R statistical software v.3.3.1.

Applied quantification of the loss of hedgerow use by bats

With the aim of making the statistical results transferable to environmental managers, we developed a method to assess from models the hedgerow length impacted. Indeed, we used model outputs to quantify at the scale of our study area the loss of hedgerow use by bats due to the studied wind turbines. First, this consisted in the creation of points at intervals of 10 m on all hedgerows. Secondly, we calculated the distance to the nearest wind turbine of each point defined beforehand, followed by an averaging of all calculated distances. In a last step, given this averaged distance, we extracted the corresponding percentage of predicted loss of hedgerow use by bats from our models (Figure S2.2).

Results

Bat monitoring

In total, considering a maximum error risk tolerance of 0.5 in the data, 193 980 bat passes of 8 species and 3 species-groups were recorded in the 207 study sites, where the most abundant species was *P. pipistrellus*, representing 81% of the observations. The least abundant species were *Rhinolophus ferrumequinum* (22 bat passes) and *N. noctula* (25 bat passes) which were present in 7 and 9% of the study sites, respectively. All other species or groups were present in more than 14% of the study sites (Table 2).

Table 2. Number of bat passes per species/groups, corresponding percentage of total passes and occurrences (percentage of presence sites among the 207) according to the applied maximum error risk tolerance for data selection (raw data, maximum error risk tolerance of 0.5 and 0.1).

Species	Number of passes recorded			% of total passes			Occurrence (%)		
	Raw	0.5	0.1	Raw	0.5	0.1	Raw	0.5	0.1
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	159386	159386	159385	81	81	84	99	99	99
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	24023	23603	22122	12	12	12	98	98	97
<i>Barbastella barbastellus</i>	5479	5472	5436	3	3	3	90	90	90
<i>Myotis spp.</i>	5736	3802	1946	3	2	1	90	86	68
<i>Plecotus spp.</i>	1092	982	566	1	1	<1	73	72	63
<i>Myotis nattereri</i>	1532	974	439	<1	<1	<1	80	67	45
<i>Eptesicus serotinus</i>	579	543	473	<1	<1	<1	47	42	38
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	125	114	110	<1	<1	<1	16	16	15
<i>Nyctalus leislerii</i>	127	53	4	<1	<1	<1	27	16	2
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	22	22	22	<1	<1	<1	7	7	7
<i>Nyctalus noctula</i>	346	25	8	<1	<1	<1	29	9	3

Impact of wind turbines on bat activity

We detected a significant positive effect of the increasing distance from the nearest wind turbine on the activity of *B. barbastellus*, *Myotis spp.*, *N. leislerii*, *P. pipistrellus*, *Plecotus spp.*, fast-flying and gleaner species guilds, plus a significant quadratic effect for *N. leislerii*

and a nearly significant quadratic effect for *N. noctula* (Table 3; Figure 3). This means that the nearer was a hedgerow to a wind turbine, the lower was the activity of these species. In contrast, we did not detect any effects for some common (*Eptesicus serotinus*, *Myotis nattereri* and *Pipistrellus kuhlii/nathusii* group) and rare species (*Rhinolophus hipposideros* and *R. ferrumequinum*) (Table 3). There were significant positive interactions of the distance to the nearest wind turbine variable with the proportion of forests for *Myotis spp.*, as well as the length of hedgerows for fast-flying and gleaner species guilds. This result suggested that *Myotis spp.* were mainly recorded in contexts of high forest proportion, in which the negative effect of the distance to the nearest wind turbine was significantly higher than in contexts of lower forest proportion. Similarly, for fast-flying and gleaner species guilds, when hedgerow length was shorter, the activity was higher far from wind turbines. Among all top candidate models ($\Delta \text{AICc} < 2$), the distance to wind turbine variable was always selected, confirming the relative importance of this variable compared to other environmental covariates, except for *E. serotinus* and *Rhinolophus* species (Table S2.3).

We did not detect an activity optimum in relation to the distance to the nearest wind turbine, except for *N. leislerii* (636 m) (Figure 3). The percentage of lost activity for these species was a percentage of the mean detected activity at a 1000 m distance from wind turbines (636 m for *N. leislerii*). The lost activity was therefore likely underestimated, because when we did not find an optimum, this implied that the real normal activity was different from that at 1000 m. The percentage of lost activity was significant, even at long-distances: for instance, at 500 m from the nearest turbine, we detected an activity loss of 57% and of 77% for *P. pipistrellus* and the gleaner species guild, respectively (Figure 3).

These results were robust whatever the level of uncertainty included in the identifications (i.e. the maximum error risk tolerance). Indeed, we reran the analysis using the most restrictive tolerance of maximum error risk in the data selection of the response variable (0.1), and we

found mostly no change in results for most of the species/groups and guilds (Table S2.4). We also compared estimates of models with and without covariates (Table S2.5). These negative effects of wind turbines on habitat attractiveness appeared little influenced by associated environmental covariates since we did not find any changes for most of the species/groups and guilds when covariates were excluded. Only one change was found for *E. serotinus*, for which the estimate became higher and the p-value significant. This could be caused by the very strong effect of the distance to the urban variable hiding the distance to the nearest wind turbine variable, despite there being no striking correlation between them or problems in VIF.

Table 3. Estimates and standard errors of the distance to the nearest wind turbine variable (linear and quadratic effects) for the 8 species, 3 species-groups and the 2 guilds studied (*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$, . $P < 0.1$). Complete results of other covariates can be found in Table S2.6.

Species	Effect of the distance to the nearest wind turbine on bat activity	
	Linear	Quadratic
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0.413 ± 0.100 ***	/
<i>Pipistrellus kuhlii / nathusii</i>	-0.004 ± 0.100	/
<i>Barbastella barbastellus</i>	0.237 ± 0.107 *	/
<i>Myotis spp.</i>	0.260 ± 0.091 **	/
<i>Plecotus spp.</i>	0.309 ± 0.096 **	/
<i>Myotis nattereri</i>	0.132 ± 0.106	/
<i>Eptesicus serotinus</i>	0.132 ± 0.169	/
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	0.099 ± 0.223	/
<i>Nyctalus leisleri</i>	0.537 ± 0.208 *	-0.413 ± 0.198 *
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	0.329 ± 0.293	/
<i>Nyctalus noctula</i>	0.308 ± 0.290	-0.575 ± 0.307
Fast-flying species	0.344 ± 0.123 **	/
Gleaner species	0.335 ± 0.068 ***	/

Current wind turbine establishment and generated loss of hedgerow use by bats

Among the 909 wind turbines in northwest France, containing the studied farms, 89% were established at less than 200 m from any type of wooded edges (forest or hedgerows). The situation was the same after the publication of the EUROBATS recommendations in 2008, which recommended nevertheless the avoidance distance of 200 m from any type of edges for the establishment of wind turbines (Figure 4).

From these current establishments and with our impact assessment method, making previous statistical results transferable to environmental managers, we could quantify the loss of hedgerow use by bats. Indeed, focusing on the 151 sampled wind turbines, the loss of activity in a 1000 m radius around turbines for fast-flying and gleaner species guilds was 19.6% and 53.8%, respectively, corresponding to 145 and 397 km of loss of length of hedgerows used, respectively. Our 151 studied turbines represent 16.6% of the total number (909) located in northwest France. Thus, by extrapolation, the lost length of hedgerow use by bats at this scale would be 872 and 2390 km for fast-flying and gleaner species guilds, respectively.

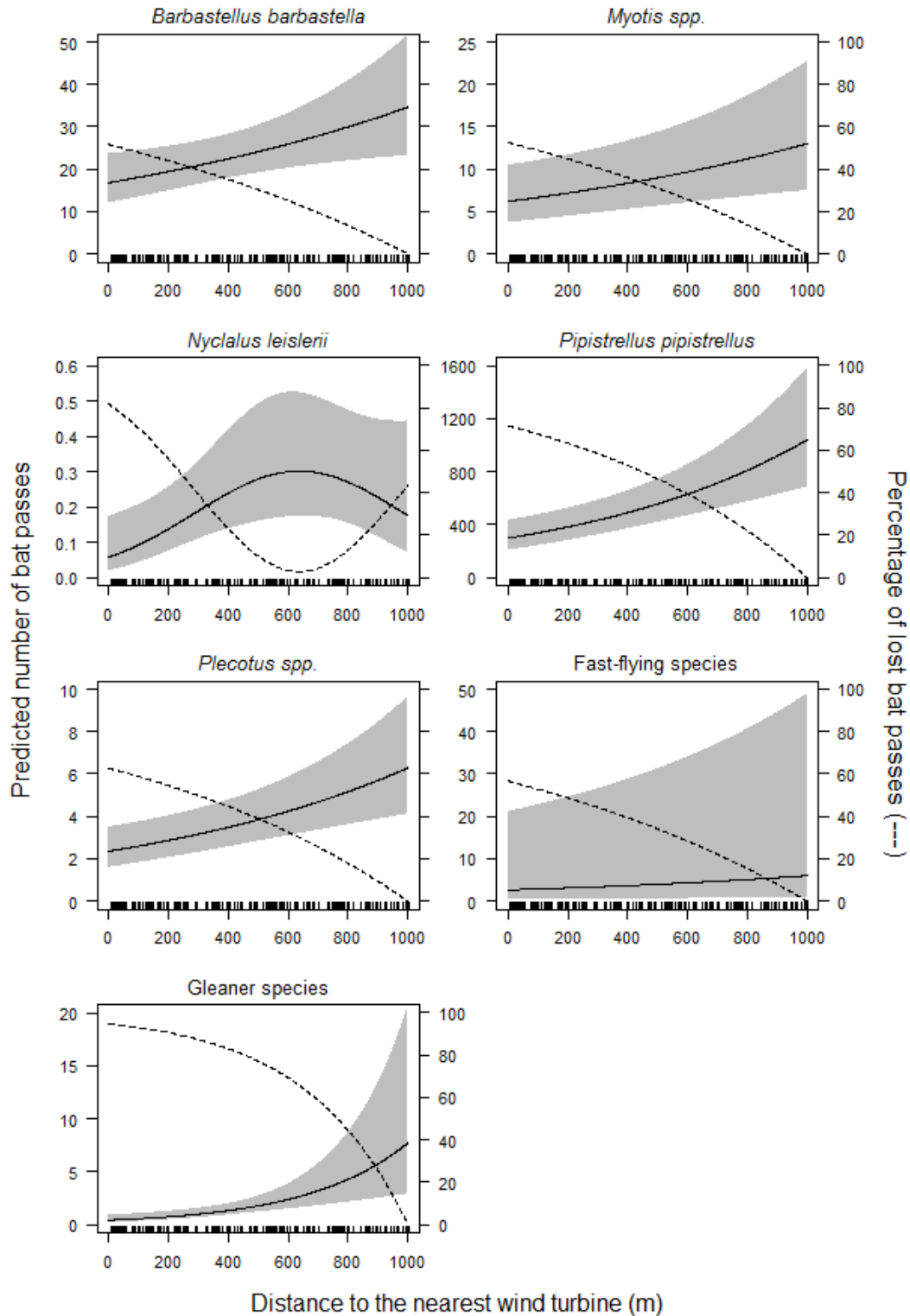


Figure 3. Variation in the predicted number of bat passes as a function of the distances to the nearest wind turbine for species/groups and guilds significantly impacted (black continuous curves). Dotted green curves show the corresponding percentage of the lost activity calculated from the maximum (optimum for *N. leisleri*) predicted bat activity.

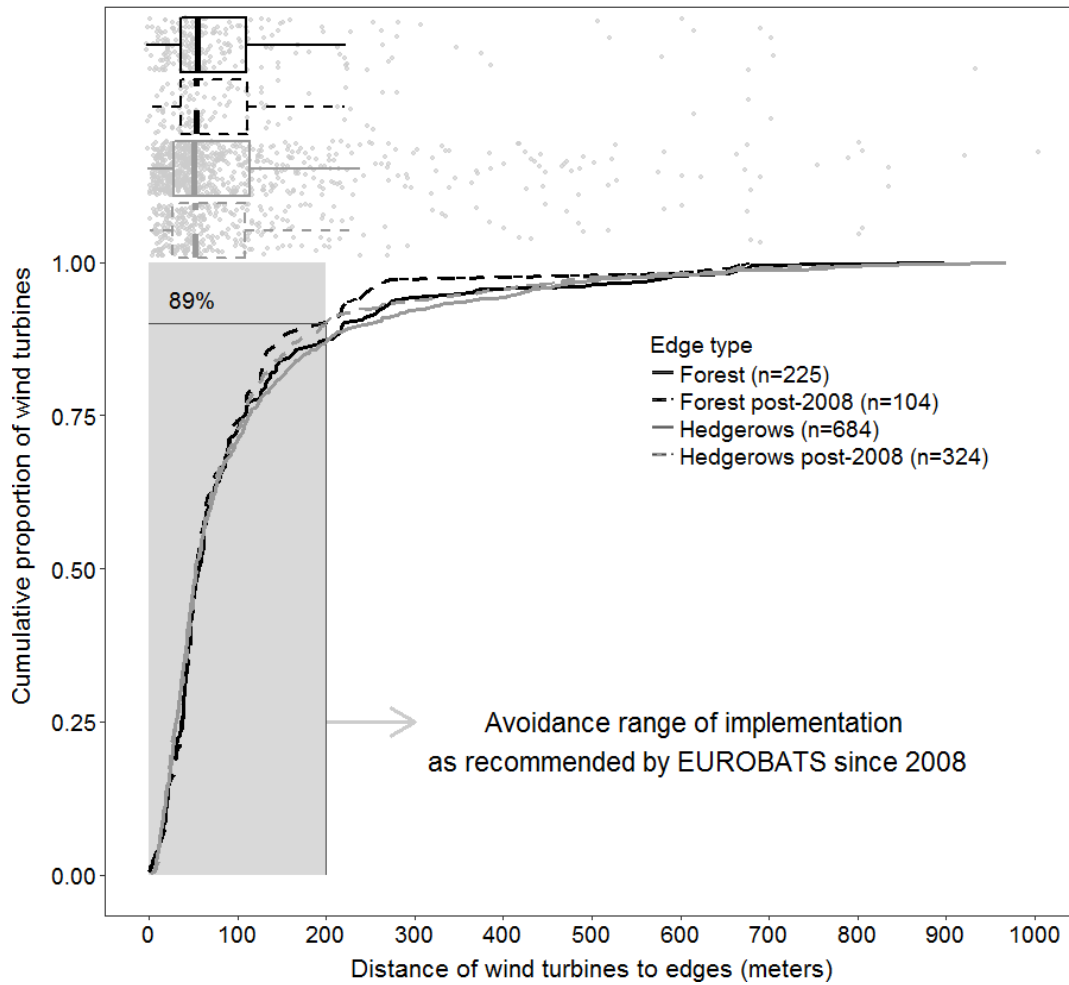


Figure 4. Distances of the 909 established wind turbines in the study region to the nearest wooded edge (forest or hedgerow), overall and for the post-2008 recommendations period. Grey rectangle under cumulative curves shows the distance range from the nearest wooded edge which should be avoided in turbine installation according to the EUROBATS recommendations.

Discussion

To our knowledge, this study is the first test of the impact distance of high wind turbines on bat activity. Results highlight a strong negative effect of turbines on activity, occurring even at long-distances at least up to 1000 m for most species, groups and guilds. The negative effect at long-distance concerns various species, either fast-flying or gleaner species.

Detected effects are consistent with the few studies dealing with this influence of wind turbines on bat activity (Minderman et al. 2012, 2017; Millon et al. 2015) and complement them for less intensive agricultural landscapes with high proportions of grasslands and forests, favourable for bats. Moreover, such a preserved farming landscape constitutes a concern for the conservation of some rare species (e.g. *B. barbastellus* and *Rhinolophus* species) listed in Annex II of the Habitats Directive 92/43/EEC. The undetected interaction effects of distance with the arable and grassland proportions for all impacted species despite high land-use variability in our data, suggest that this negative effect occurs in any agricultural landscape whatever its composition. However, this result should be confirmed in other more intensive agricultural landscapes.

Negative effects were detected on a wide range of species with highly contrasted ecology and flight behaviour. Some of these species were so far poorly taken into consideration in environmental studies for wind farm establishment due to a low collision risk (Roemer et al. 2017), thus reinforcing the significance of our findings. Indeed, *B. barbastellus*, *Plecotus spp.* and *Myotis spp.* had a very low level of collision susceptibility index with turbines, taking into account the species abundance (Roemer et al. 2017). However, we did not detect any relationship between the distance to the nearest wind turbine and the *Pipistrellus kuhlii/nathusii* group, comprising a migrant resident species and a long-range migrant species, with an estimate close to zero and small standard error. Flight in migration could be expected to be different, faster and less connected to habitats. Therefore, we hypothesize that this

absence of effect could be linked to the coexistence of two behaviours in the group, a negative impact on *P. kuhlii* (i.e. avoidance) and a positive impact (i.e. attractiveness) for *P. nathusii*. In this way, migratory species such as *P. nathusii* should be studied at species level, by studying areas in which *P. kuhlii* is absent, as in some areas in Northern Europe (Ancillotto et al. 2016). Finally, an appropriate design is needed for *E. serotinus* for which we detected a negative effect of turbines, but statistically masked by the strong correlation with the distance to small urban areas, for instance studying this species in a territory where colonies are well known or far from all small urban areas.

Detected negative effects of wind turbines on bat activity in our study could be caused by avoidance. Mechanisms leading to an avoidance of wind turbines are still widely unknown and deserve to be evaluated, one of them suggested by Bennett & Hale (2014) could be the red aviation lights, always present in our studied turbines.

Implications for wind energy development

Despite new recommendations in 2008 from EUROBATS, we showed that the recommendation of a minimal distance of 200 m from woody edges for installing a wind turbine is still far from being considered in most cases. Hence, based on our findings, we firstly encourage efforts to improve the first step application of the mitigation hierarchy proposed by the Business and Biodiversity Offsets Programme, consisting in avoidance by installing turbines as far as possible from edges. Ideally, the EUROBATS recommendation of 200 m is not sufficient. This implies concentrating wind energy in less sensitive areas for bats, far from wooded edges at more than 1000 m. Reflections should be conducted on planning of wind energy establishment and on the place of bats in the aim of conciliating agricultural and energy production. Indeed, bats should be considered in this trade-off, considering their huge ecosystem services in agriculture (Boyles et al. 2011; Maine & Boyles 2015). In addition, for bat conservation, the mitigation of such negative impacts is highly recommended due to the

strong links existing between activity (notably foraging activity) indicative of habitat quality and population dynamics. In that case, replanting hedgerows on a length that corresponds to the loss of activity could be a helpful measure (Millon et al. 2015). In addition, such offsetting requires a calculation of the lost length of hedgerows used, for which our simple method explained in Supporting Information S2.2 can be used, in order to make model outputs transferable to environmental managers. Indeed, such an assessment method aims to improve the establishment of hedgerows, and is easily applied by wind turbine operators, but in no case should any hedgerows be removed with the aim of reducing impacts on activity. Our study should encourage operators to stop the installation of wind turbines close to wooded edges, and without offsetting when closer than 1000 m to edges, by objectifying losses and the corresponding need for offsetting. The absence of offsetting so far has led to up to 2400 km of lost hedgerow use by bats at the study regions' scale.

Acknowledgements

This work was supported by DIM ASTREA grants from Region Ile-de-France. We sincerely thank Agrosolutions (agri-environmental expert consulting subsidiary of the InVivo agricultural cooperative group) for funding field study fees.

References

- Ancillotto, L., Santini, L., Ranc, N., Maiorano, L. & Russo, D. (2016) Extraordinary range expansion in a common bat: the potential roles of climate change and urbanisation. *The Science of Nature*, 103, 15.
- Arnett, E.B., Baerwald, E.F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodriguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R. & Voigt, C. (2016) Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world* (C. Voigt and T. Kingston, eds.) pp. 295–323. Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland.
- Barataud, M. (2015) *Ecologie Acoustique Des Chiroptères d'Europe, Identification Des Espèces, Étude de Leurs Habitats et Comportements de Chasse*, Biotope Ed.
- Barton, K. (2015) MuMIn: Multi-Model Inference, <http://cran.r-project.org/package=MuMIn>
- Bas, Y., Bas, D. & Julien, J. (2017) Tadarida : A Toolbox for Animal Detection on Acoustic Recordings. *Journal of open research software*, 5, 1–8.
- Bennett, V.J. & Hale, A.M. (2014) Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions. *Animal Conservation*, 17, 354–358.
- Boughey, K.L., Lake, I.R., Haysom, K. a. & Dolman, P.M. (2011a) Improving the biodiversity benefits of hedgerows: How physical characteristics and the proximity of foraging habitat affect the use of linear features by bats. *Biological Conservation*, 144, 1790–1798.
- Boughey, K.L., Lake, I.R., Haysom, K. a. & Dolman, P.M. (2011b) Effects of landscape-scale broadleaved woodland configuration and extent on roost location for six bat species across the UK. *Biological Conservation*, 144, 2300–2310.
- Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F. & Kunz, T.K. (2011) Economic importance of bats in agriculture. *Science*, 332, 41–42.
- Chatterjee, S. & Hadi, A.S. (2006) *Regression Analysis by Example*, 5th ed. John Wiley & Sons, Inc.
- Fonderflick, J., Azam, C., Brochier, C., Cosson, E. & Quékenborn, D. (2015) Testing the relevance of using spatial modeling to predict foraging habitat suitability around bat maternity: A case study in Mediterranean landscape. *Biological Conservation*, 192, 120–129.
- Frey-Ehrenbold, A., Bontadina, F., Arlettaz, R. & Obrist, M.K. (2013) Landscape connectivity, habitat structure and activity of bat guilds in farmland-dominated matrices. *Journal of Applied Ecology*, 50, 252–261.

- Frick, W.F., Baerwald, E.F., Pollock, J.F., Barclay, R.M.R., Szymanski, J.A., Weller, T.J., Russell, A.L., Loeb, S.C., Medellin, R.A. & McGuire, L.P. (2017) Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation*, 209, 172–177.
- Froidevaux, J.S.P., Boughey, K.L., Barlow, K.E. & Jones, G. (2017) Factors driving population recovery of the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in the UK: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*.
- Global wind energy council. (2016) *Global Wind Report - Annual Market Update 2016*.
- Hein, C.D., Castleberry, S.B. & Miller, K. V. (2009) Site-occupancy of bats in relation to forested corridors. *Forest Ecology and Management*, 257, 1200–1207.
- Kelm, D.H., Lenski, J., Kelm, V., Toelch, U. & Dziock, F. (2014) Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica*, 16, 65–73.
- Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J.F. & Kerbiriou, C. (2016) Effects of hedgerows on bats and bush crickets at different spatial scales. *Acta Oecologica*, 71, 61–72.
- Maine, J.J. & Boyles, J.G. (2015) Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 201505413.
- 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.
- Minderman, J., Gillis, M.H., Daly, H.F. & Park, K.J. (2017) Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation*, 1–8.
- Minderman, J., Pendlebury, C.J., Pearce-Higgins, J.W. & Park, K.J. (2012) Experimental evidence for the effect of small wind turbine proximity and operation on bird and bat activity. *PloS one*, 7, e41177.
- Moran, P.A.P. (1950) Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika*, 37, 17–23.
- Ney-nifle, A.M. & Mangel, M. (2000) Habitat Loss and Changes in the Species-Area Relationship. *Conservation Biology*, 14, 893–898.
- Obrist, M.K., Boesch, R. & Fluckiger, P.F. (2004) Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia*, 68, 307–322.
- Rainho, A. & Palmeirim, J.M. (2011) The importance of distance to resources in the spatial modelling of bat foraging habitat. *PLoS ONE*, 6, 1–10.
- Rodrigues, Bach, L., Dubourg-Savage, M., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B. & Minderman, J.

(2015) Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects - Revision 2014. Bonn, Germany.

Roemer, C., Disca, T., Coulon, A. & Bas, Y. (2017) Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*, 215, 116–122.

RTE. (2017) Summary of the French wind energy, <http://www.rte-france.com>

Rybicki, J. & Hanski, I. (2013) Species–area relationships and extinctions caused by habitat loss and fragmentation. *Ecology Letters*, 16, 27–38.

Schaub, A. & Schnitzler, H.-U. (2007) Flight and echolocation behaviour of three vespertilionid bat species while commuting on flyways. *Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology*, 193, 1185–94.

Schnitzler, H.-U. & Kalko, E.K. V. (2001) Echolocation by Insect-Eating Bats. *BioScience*, 51, 557–569.

Siemers, B.M. & Schnitzler, H.-U. (2000) Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals of very broad bandwidth. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47, 400–412.

Sirami, C., Steve, D. & Cumming, G.S. (2013) Artificial wetlands and surrounding habitats provide important foraging habitat for bats in agricultural landscapes in the Western Cape , South Africa. *Biological Conservation*, 164, 30–38.

Voigt, C.C., Lehnert, L.S., Petersons, G., Adorf, F. & Bach, L. (2015) Wildlife and renewable energy: German politics cross migratory bats. *European Journal of Wildlife Research*, 61, 213–219.

Voigt, C.C., Lindecke, O., Schönborn, S., Kramer-Schadt, S. & Lehmann, D. (2016) Habitat use of migratory bats killed during autumn at wind turbines. *Ecological Applications*, 26, 771–783.

Wickramasinghe, L.P., Harris, S., Jones, G. & Jennings, N.V. (2004) Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: Effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conservation Biology*, 18, 1283–1292.

Zuur, A., Ieno, E. & Elphick, C. (2010) A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1, 3–14.

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A. & Smith, G.M. (2009) *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*.

Annexes

Appendix S1: sampling design, validations and selection of acoustic data

Table S1.1. Number of recording points per night according to classes of sitance to the nearest wind turbine.

Sampled dates	Number of recording points per distance classes (m) to the nearest wind turbine										Total
	0-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	801-900	901-1000	
07/09/2015	3	1	1	1	1	1	1	/	/	/	9
08/09/2015	2	1	2	1	1	1	/	/	1	/	9
09/09/2015	1	2	/	/	1	/	/	/	1	/	5
12/09/2015	2	2	1	2	/	2	/	/	/	/	9
13/09/2015	/	2	3	1	1	/	1	1	/	/	9
16/09/2015	1	2	3	3	/	1	2	/	1	/	13
17/09/2015	2	1	/	2	1	1	/	1	1	/	9
18/09/2015	2	1	1	/	1	1	/	1	1	1	9
21/09/2015	2	/	/	/	1	1	1	2	1	1	9
22/09/2015	1	1	1	1	1	1	1	1	/	1	9
23/09/2015	2	1	/	/	1	1	2		1	1	9
24/09/2015	3	/	/	/	/	/	1	2	1	2	9
25/09/2015	3	1	1	1	/	/	/	1	1	1	9
26/09/2015	3	1	/	/	1	1	/	/	1	2	9
27/09/2015	2	1	/	/	1	1	/	1	/	3	9
28/09/2015	2	/	/	/	1	1	1	2	1	1	9
29/09/2015	3	1	1	1	/	/	/	1	1	1	9
30/09/2015	1	2	/	/	2	1	/	2	/	1	9
01/10/2015	2	1	1	/	1	1	/	1	1	1	9
04/10/2015	1	2	1	/	1	1	/	1	1	1	9
05/10/2015	1	/	1	1	1	1	1	1	1	1	9
06/10/2015	3	1	/	1	1		2	1	/	/	9
08/10/2015	3	/	1	1	/	1	1	/	1	1	9
Total	45	24	18	16	18	18	14	19	16	19	207

Table S1.2. Total bat passes by confidence index classes from the automatic identification, number of bat passes manually checked and errors noted.

Species	Confidence index classes of the automatic identification									
	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1
<i>Barbastella barbastellus</i>										
Total passes	3	46	129	216	263	594	868	1227	1559	574
Checked passes	2	25	25	25	25	24	25	25	25	25
Errors	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus serotinus</i>										
Total passes	1	41	75	97	70	143	89	54	9	0
Checked passes	1	25	25	25	25	25	25	24	10	/
Errors	1	13	7	0	0	0	0	0	0	/
<i>Myotis nattereri</i>										
Total passes	9	139	193	191	188	331	192	128	136	25
Checked passes	5	13	3	6	5	5	2	10	23	25
Errors	5	12	3	4	2	1	0	1	0	0
<i>Myotis spp.</i>										
Total passes	20	463	760	691	604	1583	1051	392	147	25
Checked passes	14	25	25	25	21	25	25	25	25	25
Errors	14	14	6	5	4	0	0	0	0	0
<i>Nyctalus leisleri</i>										
Total passes	2	43	36	30	8	5	3	0	0	0
Checked passes	3	22	25	25	11	8	9	1	/	/
Errors	2	13	14	13	4	0	0	0	/	/
<i>Nyctalus noctula</i>										
Total passes	0	111	108	80	24	14	5	4	0	0
Checked passes	/	16	15	13	10	25	15	7	1	/
Errors	/	16	14	11	9	7	0	0	/	/
<i>Pipistrellus kuhlii</i>										
Total passes	8	193	366	603	990	3015	4876	8769	4854	2
Checked passes	10	25	25	25	23	25	25	25	25	2
Errors	9	10	8	4	2	1	1	0	0	0
<i>Pipistrellus nathusii</i>										
Total passes	0	11	30	31	69	122	70	14	0	0
Checked passes	/	11	21	18	18	23	25	25	5	/
Errors	/	10	16	13	12	15	15	9	1	/
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>										
Total passes	2	277	711	1538	3098	7851	13449	25338	79552	27570
Checked passes	1	25	25	24	24	25	25	24	25	25
Errors	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
<i>Plecotus spp.</i>										
Total passes	6	120	140	164	142	193	166	110	47	4
Checked passes	7	25	25	25	25	25	25	25	25	4
Errors	4	14	7	2	1	1	0	0	0	0
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>										
Total passes	0	0	0	0	1	4	3	13	1	0
Checked passes	/	/	/	/	1	4	3	13	1	/
Errors	/	/	/	/	/	0	0	0	0	/
<i>Rhinolophus hipposideros</i>										
Total passes	0	1	1	10	8	16	25	61	3	0
Checked passes	/	1	1	10	8	16	25	61	4	/
Errors	/	1	1	7	1	0	0	0	0	/

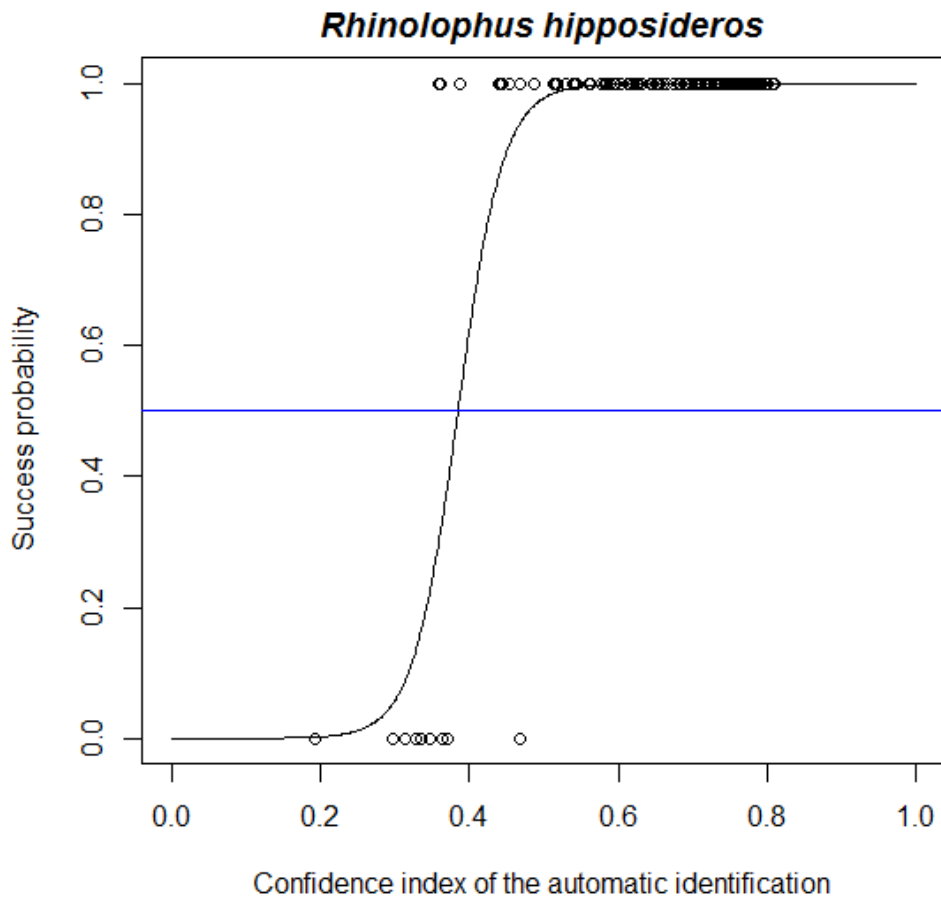


Figure S1. Example of logistic regression between the success of the automatic identification (binomial distribution) and associated confidence index. Blue line shows a success probability of 0.5, allowing us to select data having a corresponding confidence index above this threshold. This allows a restriction on the data in order to limit errors, and can be performed for higher thresholds such as 0.8 for which we confirmed our model results.

Table S1.3. Predicted confidence index of the automatic identification, number of bat passes and occurrences (presence rate over sites) corresponding to the maximal error risk tolerance used for data selection. NA values show error risk probabilities for which it was not possible to predict low risks in automatic identification, due to very the low number in manual checking (see Table S1.2).

Species	Maximum error risk tolerance					
	Raw	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
<i>Barbastella barbastellus</i>						
Confidence index	/	0.120	0.134	0.149	0.168	0.196
No. of bat passes	5479	5472	5468	5466	5455	5436
Occurrences	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899	0.899
<i>Eptesicus serotinus</i>						
Confidence index	/	0.181	0.201	0.222	0.247	0.286
No. of bat passes	579	543	537	526	512	473
Occurrences	0.473	0.420	0.415	0.411	0.396	0.377
<i>Myotis spp.</i>						
Confidence index	/	0.402	0.434	0.469	0.512	0.577
No. of bat passes	5736	3802	3597	3371	3024	1946
Occurrences	0.899	0.860	0.845	0.821	0.787	0.681
<i>Myotis nattereri</i>						
Confidence index	/	0.418	0.456	0.497	0.548	0.624
No. of bat passes	1532	974	893	825	644	439
Occurrences	0.797	0.667	0.643	0.594	0.536	0.454
<i>Nyctalus leislerii</i>						
Confidence index	/	0.279	0.337	0.401	0.418	0.594
No. of bat passes	127	53	32	16	12	4
Occurrences	0.256	0.155	0.121	0.063	0.053	0.019
<i>Nyctalus noctula</i>						
Confidence index	/	0.484	0.508	0.534	0.566	0.614
No. of bat passes	346	25	21	15	10	8
Occurrences	0.285	0.092	0.082	0.063	0.043	0.034
<i>Pipistrellus kuhlii</i>						
Confidence index	/	0.165	0.217	0.273	0.342	0.445
No. of bat passes	23676	23563	23432	23219	22914	22122
Occurrences	0.981	0.981	0.981	0.976	0.976	0.971
<i>Pipistrellus nathusii</i>						
Confidence index	/	0.652	0.758	NA	NA	NA
No. of bat passes	347	40	2	0	0	0
Occurrences	0.449	0.135	0.010	0.000	0.000	0.000
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>						
Confidence index	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097
No. of bat passes	159386	159386	159386	159386	159386	159385
Occurrences	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986
<i>Plecotus spp.</i>						
Confidence index	/	0.187	0.238	0.295	0.363	0.466
No. of bat passes	1092	982	934	835	725	566
Occurrences	0.734	0.715	0.715	0.710	0.657	0.628
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>						
Confidence index	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
No. of bat passes	22	22	22	22	22	22
Occurrences	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
<i>Rhinolophus hipposideros</i>						
Confidence index	/	0.386	0.399	0.412	0.428	0.453
No. of bat passes	125	114	113	113	113	110
Occurrences	0.164	0.155	0.150	0.150	0.150	0.150

Appendix S2: additional information about statistical analyses, results and calculation of lost length of hedgerow use by bats

Table S2.1. Correlation matrix between variables (dist: distance; WT: wind turbine; F: forest; U: urban; W: wetland; H: hedgerow; GL: grassland; AL: arable land) including buffer size of the calculation (250, 500, 750 and 1000 m radius). Only arable land and grassland variable were highly correlated ($r > 0.7$), and were not simultaneously included in the modelling procedure. Note that despite this correlation check step, we checked for potential collinearity problems of full models using the Variance Inflation Factor (VIF) before modelling.

	distF	distU	distW	H250	H500	H750	H1000	GL250	GL500	GL750	GL1000	AL250	AL500	AL750	AL1000	F250	F500	F750	F1000
<i>DistWT</i>	-0.02	-0.39	-0.13	0.25	0.18	0.13	0.10	-0.03	0.03	0.04	-0.01	-0.06	-0.16	-0.15	-0.09	-0.12	-0.07	-0.06	-0.01
DistF	1.00	0.04	-0.23	-0.10	-0.21	-0.21	-0.25	0.12	0.19	0.26	0.29	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03	-0.39	-0.53	-0.56	-0.54
DistU		1.00	-0.02	-0.27	-0.24	-0.19	-0.16	-0.13	-0.18	-0.16	-0.10	0.19	0.25	0.23	0.16	0.17	0.04	-0.01	-0.03
DistW			1.00	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.01	-0.04	-0.04	-0.07	0.01	0.04	0.03	0.24	0.26	0.25	0.24
H250				1.00	0.83	0.72	0.66	0.38	0.37	0.32	0.28	-0.42	-0.42	-0.37	-0.34	-0.14	-0.15	-0.09	-0.03
H500					1.00	0.92	0.85	0.32	0.38	0.35	0.31	-0.36	-0.41	-0.40	-0.38	-0.06	-0.13	-0.07	-0.02
H750						1.00	0.95	0.30	0.35	0.34	0.30	-0.35	-0.39	-0.38	-0.36	0.03	-0.09	-0.09	-0.05
H1000							1.00	0.28	0.31	0.29	0.27	-0.32	-0.37	-0.35	-0.34	0.07	-0.01	-0.04	-0.04
GL250								1.00	0.88	0.73	0.65	-0.94	-0.82	-0.68	-0.59	-0.11	-0.16	-0.17	-0.21
GL500									1.00	0.92	0.83	-0.82	-0.91	-0.85	-0.76	-0.17	-0.24	-0.23	-0.26
GL750										1.00	0.96	-0.67	-0.81	-0.88	-0.84	-0.21	-0.33	-0.32	-0.33
GL1000											1.00	-0.58	-0.70	-0.82	-0.86	-0.22	-0.36	-0.36	-0.37
AL250												1.00	0.87	0.71	0.61	0.00	0.05	0.09	0.14
AL500													1.00	0.92	0.80	0.01	0.02	0.03	0.08
AL750														1.00	0.94	0.05	0.08	0.04	0.07
AL1000															1.00	0.08	0.14	0.08	0.06
F250																1.00	0.76	0.56	0.41
F500																	1.00	0.85	0.69
F750																		1.00	0.92
F1000																			1.00

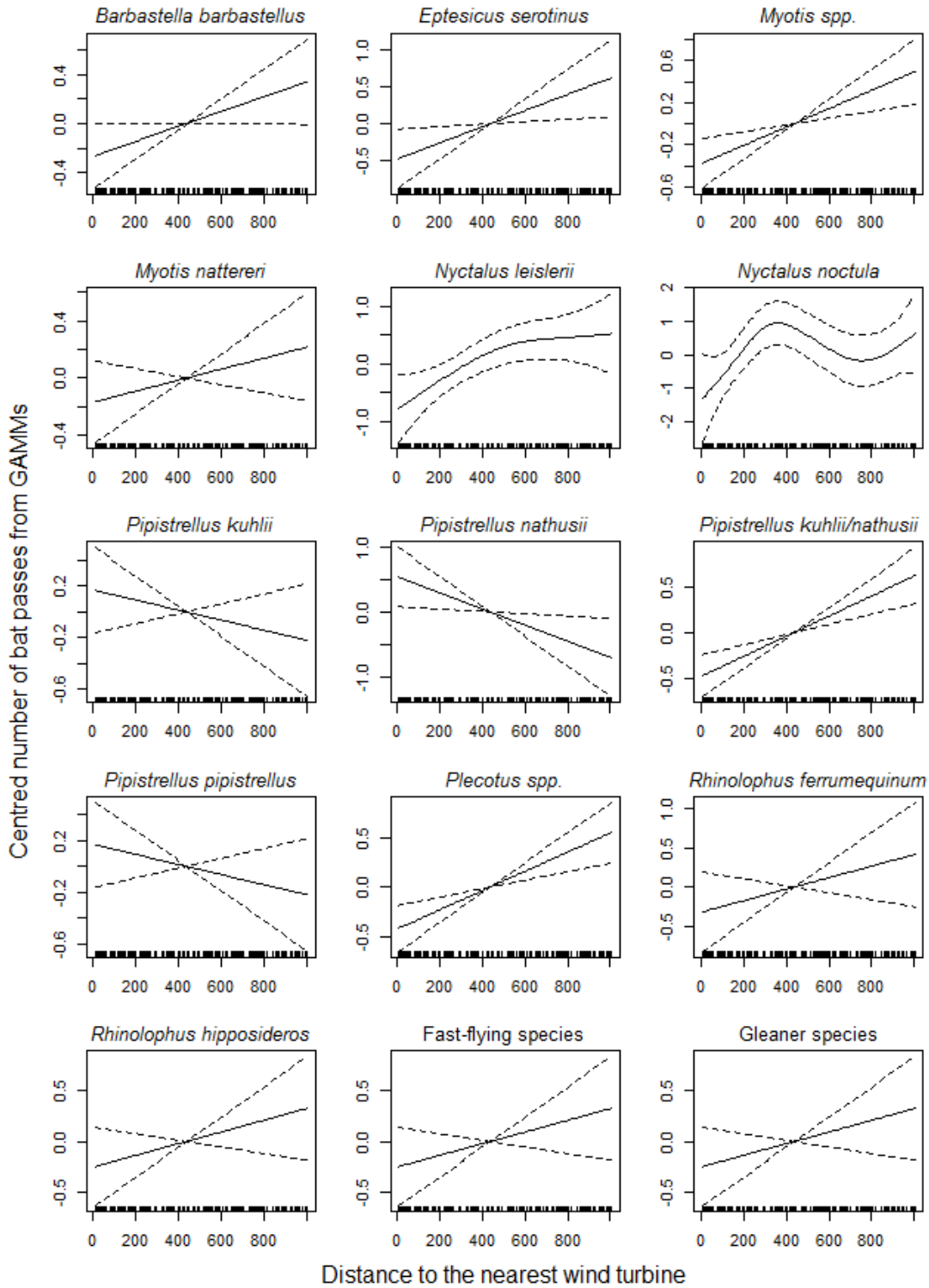


Figure S2.1. Plots from Generalized Additive Mixed Models (GAMMs) showing the relationship between bat passes and the distance to the nearest turbine variable, to detect non-linearity cases and to take it into account in Generalized Linear Mixed Models (GLMMs) using a quadratic effect.

Table S2.2. Full and best models from the multi-inference model procedure, distribution (NB: negative binomial) and overdispersion ratio (dist: distance; WT: wind turbine; F: forest; U: urban; W: wetland; H: hedgerow; GL: grassland; AL: arable land, s: scaled variables) according to buffer size (250, 500, 750 and 1000 m radius).

Species	Full and best candidate models	Distribution (overdispersion)
<i>Barbastella barbastellus</i>	distWT*H1000s + distWT*GL500s + distWT*AL500s + distWT*F500s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (1.00)
	distWT + distF + AL500s + (1 date)	NB (0.96)
<i>Eptesicus serotinus</i>	distWT*H250s + distWT*GL500s + distWT*AL500s + distWT*F500s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (0.86)
	distU + AL500s + (1 date)	NB (0.86)
<i>Myotis nattereri</i>	distWT*H1000s + distWT*GL1000s + distWT*AL1000s + distWT*F250s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (0.87)
	distW + AL1000s + F250s + (1 date)	NB (0.85)
<i>Myotis spp.</i>	distWT*H500s + distWT*GL1000s + distWT*AL1000s + distWT*F250s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (0.99)
	distWT*F250s + AL1000s + (1 date)	NB (0.94)
<i>Nyctalus leisleri</i>	distWT*H250s + distWT*GL250s + distWT*AL250s + distWT*F1000s + I(distWT^2) + distF + distU + distW + (1 date)	Poisson (1.08)
	distWT + I(distWT^2) + H250s + distF + (1 date)	Poisson (1.14)
<i>Nyctalus noctula</i>	distWT*H1000s + distWT*GL250s + distWT*AL750s + distWT*F750s + I(distWT^2) + distF + distU + distW + (1 date)	Poisson (0.76)
	distWT + I(distWT^2) + F750s + (1 date)	Poisson (0.84)
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i>	distWT*H250s + distWT*GL750s + distWT*AL750s + distWT*F500s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (1.29)
	distWT*H250s + F500s + distW + (1 date)	NB (1.25)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	distWT*H500s + distWT*GL1000s + distWT*AL1000s + distWT*F750s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (0.88)
	distWT*AL1000s + distF + H500s + F750s + (1 date)	NB (0.88)
<i>Plecotus spp.</i>	distWT*H750s + distWT*GL1000s + distWT*AL1000s + distWT*F250s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (0.88)
	distWT + (1 date)	NB (0.86)
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	distWT*H750s + distWT*GL1000s + distWT*AL250s + distWT*F250s + distF + distU + distW + (1 date)	Poisson (0.39)
	distW + F250s + (1 date)	Poisson (0.64)
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	distWT*H250s + distWT*GL1000s + distWT*AL500s + distWT*F1000s + distF + distU + distW + (1 date)	NB (0.70)
	distW + F1000s + (1 date)	NB (0.61)
Fast-flying species	distWT*H750s + distWT*GL750s + distWT*AL750s + distWT*F500s + distF + distU + distW + (1 date) + (1 espece)	NB (1.04)
	distWT*H750s + GL750s + (1 date) + (1 espece)	NB (1.04)
Gleaner species	distWT*H500s + distWT*GL750s + distWT*AL1000s + distWT*F1000s + distF + distU + distW + (1 date) + (1 espece)	NB (0.96)
	distWT*H500s + F1000s + (1 date) + (1 espece)	NB (0.91)

Method assessment of the lost hedgerows length

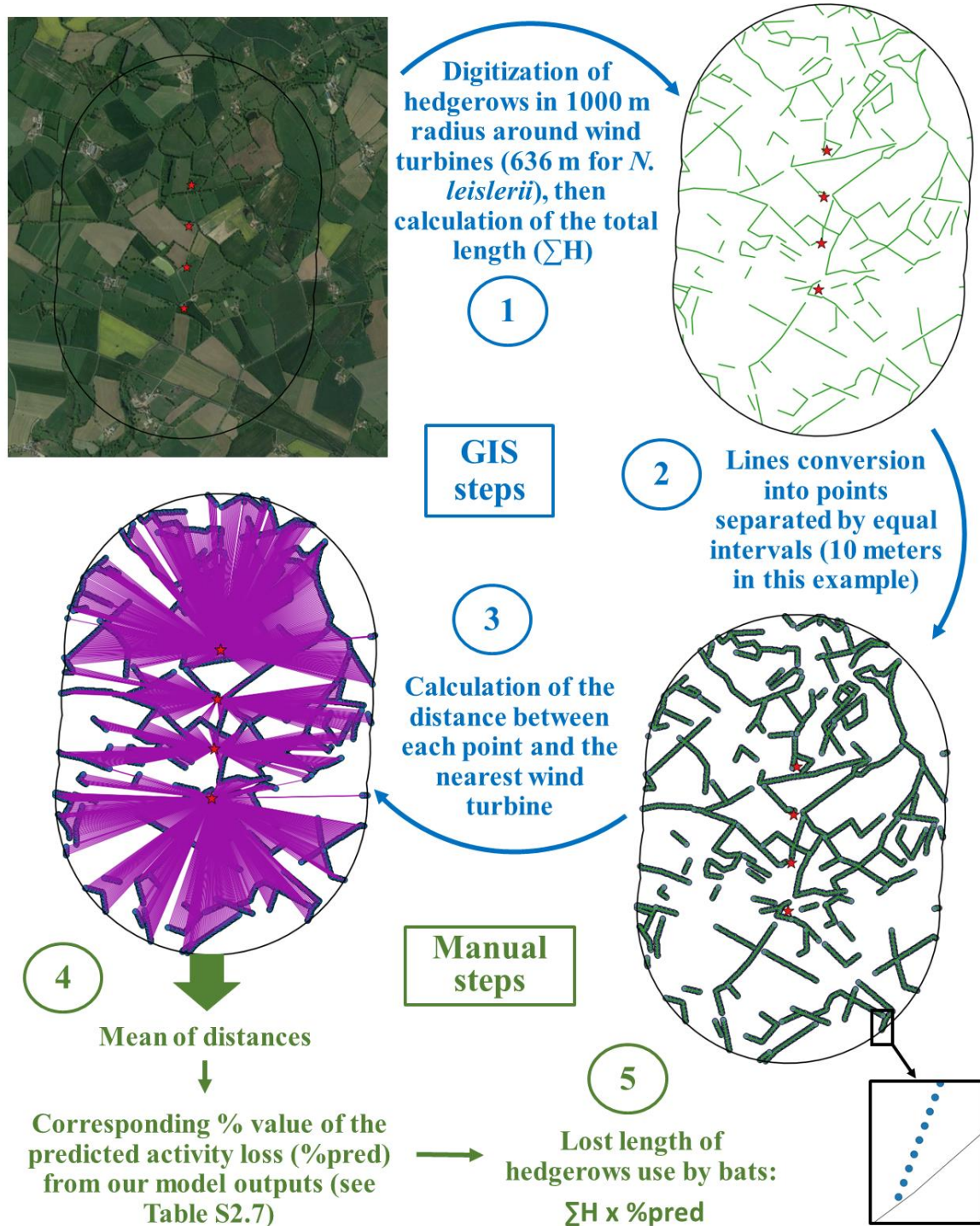


Figure S2.2. Steps for assessing the length of lost hedgerows around a given wind turbine/farm. We used the QGIS software for digitization, creation of points and calculation of distance.

Table S2.3. Relative variable importance from model averaging on candidate models with AICc < 2 and number of containing models among total of candidate models (dist: distance; WT: wind turbine; F: forest; U: urban; W: wetland; H: hedgerow; GL: grassland; AL: arable land, s: scaled variables).

Species (number of top candidate models with AICc < 2)	Variable importance (number of containing models)												
	Dist WT	DistWT ^2	DistF	DistU	Dist W	Leng hH	AL	GL	F	Dist WT* Leng hH	Dist WT* AL	Dist WT* GL	Dis tW T* F
<i>Barbastella barbastellus</i> (20)	1 (20)	/	0.58 (11)	0.35 (7)	0.11 (3)	0.07 (2)	0.45 (9)	0.19 (4)	0.08 (2)	/	0.03 (1)	/	/
<i>Eptesicus serotinus</i> (20)	0.25 (6)	/	0.43 (9)	1 (20)	0.13 (3)	0.23 (5)	0.63 (12)	0.14 (3)	0.05 (1)	/	0.13 (3)	/	/
<i>Myotis nattereri</i> (9)	1 (9)	/	/	0.17 (2)	0.81 (7)	0.28 (3)	0.31 (3)	0.69 (6)	1 (9)	/	/	0.09 (1)	1 (9)
<i>Myotis spp.</i> (9)	1 (9)	/	0.27 (3)	/	/	0.32 (3)	0.43 (4)	0.48 (4)	1 (9)	/	0.06 (1)	/	1 (9)
<i>Nyctalus leislerii</i> (14)	1 (14)	1 (14)	0.74 (10)	0.10 (2)	/	0.53 (8)	0.13 (2)	0.29 (4)	0.05 (1)	0.05 (1)	/	/	0.0 5 (1)
<i>Nyctalus noctula</i> (11)	1 (11)	1 (11)	0.65 (7)	0.07 (1)	0.08 (1)	0.07 (1)	0.34 (4)	0.16 (2)	1 (11)	/	0.14 (2)	/	/
<i>Pipistrellus kuhlii/nathusii</i> (8)	1 (8)	/	/	/	0.78 (6)	1 (8)	0.43 (4)	/	0.78 (6)	1 (8)	/	/	0.2 0 (2)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (12)	1 (12)	/	0.14 (2)	0.11 (2)	0.25 (3)	0.23 (3)	1 (12)	/	0.06 (1)	0.23 (3)	0.41 (5)	/	/
<i>Plecotus spp.</i> (5)	1 (5)	/	/	0.19 (1)	0.15 (1)	0.18 (1)	0.13 (1)	/	/	/	/	/	/
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (18)	0.09 (2)	/	0.25 (5)	0.12 (3)	0.57 (10)	0.09 (2)	0.13 (2)	0.37 (7)	0.96 (17)	/	/	0.09 (2)	
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (9)	0.08 (1)	/	0.12 (1)	0.20 (2)	0.77 (7)	0.08 (1)	0.08 (1)	0.09 (1)	1 (9)	/	/	/	/
Fast-flying species (6)	1 (6)	/	0.33 (2)	0.11 (1)	/	1 (6)	/	0.62 (4)	0.24 (2)	1 (6)	/	/	/
Gleaner species (7)	1 (7)	/	0.23 (2)	/	0.11 (1)	1 (7)	0.10 (1)	/	0.68 (5)	1 (7)	/	/	0.1 0 (1)

Table S2.4. Checking of results for the distance to the nearest wind turbine variable at lower error risk tolerance (0.1) for data selection performing the same analysis procedure as for the 0.5 threshold. For *Rhinolophus hipposideros* the variable was not selected in the multi-model inference procedure (*n.s.*).

Species	Maximum error risk tolerance	
	0.5	0.1
<i>Barbastella barbastellus</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.237 \pm 0.107	0.237 \pm 0.107
p-value	0.027	0.028
<i>Eptesicus serotinus</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.132 \pm 0.169	0.141 \pm 0.179
p-value	0.439	0.434
<i>Myotis nattereri</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.132 \pm 0.106	0.038 \pm 0.044
p-value	0.216	0.388
<i>Myotis spp.</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.260 \pm 0.091	0.245 \pm 0.096
p-value	0.004	0.011
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	-0.004 \pm 0.100	-0.005 \pm 0.103
p-value	0.966	0.962
<i>Plecotus spp.</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.309 \pm 0.096	0.233 \pm 0.102
p-value	0.001	0.023
<i>Rhinolophus hipposideros</i>		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.099 \pm 0.223	<i>n.s.</i>
p-value	0.659	<i>n.s.</i>
Fast-flying species		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.344 \pm 0.123	0.194 \pm 0.108
p-value	0.005	0.023
Gleaner species		
$\beta \pm (\text{SE})$	0.335 \pm 0.068	0.319 \pm 0.104
p-value	< 0.001	0.002

Table S2.5. Checking of results at the 0.5 threshold for the distance to the nearest wind turbine and their quadratic effect with and without environmental covariates in models.

Species	Adjusted to covariates		Without covariates	
	Distance to wind turbine	Distance to wind turbine ²	Distance to wind turbine	Distance to wind turbine ²
<i>Barbastella barbastellus</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.237 \pm 0.107	/	0.194 \pm 0.094	/
p-value	0.027	/	0.040	/
<i>Eptesicus serotinus</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.132 \pm 0.169	/	0.397 \pm 0.169	/
p-value	0.439	/	0.019	/
<i>Myotis nattereri</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.132 \pm 0.106	/	0.140 \pm 0.107	/
p-value	0.216	/	0.191	/
<i>Myotis spp.</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.260 \pm 0.091	/	0.284 \pm 0.088	/
p-value	0.004	/	0.001	/
<i>Nyctalus leislerii</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.537 \pm 0.208	-0.413 \pm 0.198	0.589 \pm 0.196	-0.416 \pm 0.196
p-value	0.010	0.038	0.003	0.034
<i>Nyctalus noctula</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.308 \pm 0.290	-0.575 \pm 0.307	0.291 \pm 0.267	-0.504 \pm 0.301
p-value	0.290	0.062	0.277	0.094
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.413 \pm 0.100	/	0.352 \pm 0.096	/
p-value	< 0.001	/	< 0.001	/
<i>Pipistrellus kuhlii / nathusii</i>				
$\beta \pm$ (SE)	-0.004 \pm 0.100	/	-0.104 \pm 0.102	/
p-value	0.966	/	0.307	/
<i>Plecotus spp.</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.309 \pm 0.096	/	0.316 \pm 0.094	/
p-value	0.001	/	0.001	/
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.329 \pm 0.293	/	0.155 \pm 0.222	/
p-value	0.265	/	0.485	/
<i>Rhinolophus hipposideros</i>				
$\beta \pm$ (SE)	0.099 \pm 0.223	/	0.183 \pm 0.219	/
p-value	0.659	/	0.404	/
Fast-flying species				
$\beta \pm$ (SE)	0.344 \pm 0.123	/	0.303 \pm 0.138	/
p-value	0.005	/	0.028	/
Gleaner species				
$\beta \pm$ (SE)	0.335 \pm 0.068	/	0.290 \pm 0.115	/
p-value	< 0.001	/	0.012	/

Table S2.6. Complete results from model averaging of candidate models with delta AICc < 2, estimates, standard error and p-value for each species/group and guilds according to the selected scale for proportion covariates (250, 500, 750 and 1000 m radius; dist: distance; WT: wind turbine).

	BB	ES	MIN	Msp	NL	NN	PK	PN	PKN	PP	PSP	RF	RH	FF	G
<i>Main effects</i>															
Dist. to WT	0.237 ± 0.107	0.132 ± 0.169	0.132 ± 0.106	0.260 ± 0.091	0.537 ± 0.208	0.308 ± 0.290	-0.004 ± 0.100	-0.716 ± 0.229	-0.004 ± 0.100	0.413 ± 0.096	0.309 ± 0.096	0.329 ± 0.293	0.099 ± 0.223	0.34424 ± 0.123	0.334 ± 0.068
	0.027	0.439	0.216	0.00447	0.0102	0.29	0.972	0.402	0.966	< 0.001	0.001	0.265	0.659	0.006	< 0.001
Dist. to WT ²	/	/	/	/	-0.413 ± 0.198	-0.575 ± 0.307	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	0.038	0.062	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Dist. to forest	-0.183 ± 0.109	-0.303 ± 0.219	/	-0.160 ± 0.158	0.323 ± 0.183	-0.403 ± 0.401	/	0.449 ± 0.258	/	-0.106 ± 0.131	/	-0.396 ± 0.353	-0.052 ± 0.138	0.297 ± 0.188	-0.153 ± 0.052
	0.096	0.168	/	0.31341	0.0799	0.135	/	0.084	/	0.41984	/	0.265	0.708	0.115	0.003
Dist. to urban	0.134 ± 0.104	-0.553 ± 0.197	0.103 ± 0.118	/	-0.121 ± 0.193	0.108 ± 0.264	/	-0.290 ± 0.223	/	0.054 ± 0.117	-0.097 ± 0.100	0.2538 ± 0.3078	-0.259 ± 0.198	-0.079 ± 0.172	/
	0.2014	0.005	0.388	/	0.533	0.685	/	0.19683	/	0.64524	0.33738	0.412	0.194	0.647	/
Dist. to wetland	-0.088 ± 0.112	0.163 ± 0.163	0.230 ± 0.123	/	/	0.177 ± 0.243	0.220 ± 0.116	/	0.218 ± 0.116	0.122 ± 0.110	-0.071 ± 0.110	-0.472 ± 0.331	-0.450 ± 0.252	/	0.010 ± 0.027
	0.4565	0.319	0.063	/	/	0.47	0.06	/	0.06	0.271	0.51958	0.156	0.076	/	0.722
<i>Length of hedgerows</i>															
250	/	0.201 ± 0.177	/	/	0.255 ± 0.180	/	-0.268 ± 0.124	/	-0.267 ± 0.123	/	/	/	0.136 ± 0.280	/	/
	/	0.26	/	/	0.1597	/	0.031	/	0.032	/	/	/	0.631	/	/
500	/	/	/	-0.169 ± 0.139	/	/	/	0.658 ± 0.235	/	0.011 ± 0.145	/	/	/	/	-0.095 ± 0.092
	/	/	/	0.22886	/	/	/	0.00635	/	0.938	/	/	/	/	0.317
750	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.126 ± 0.137	0.254 ± 0.340	/	-0.045 ± 0.197	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.359	0.488	/	0.821	/
1000	0.096 ± 0.133	/	-0.173 ± 0.158	/	/	-0.159 ± 0.324	/	/	/	/	/	/	/	0.364 ± 0.206	/
	0.4706	/	0.277	/	/	0.669	/	/	/	/	/	/	/	0.079	/
<i>Grass land proportion</i>															
250	/	/	/	/	0.220 ± 0.177	-0.239 ± 0.252	/	-0.632 ± 0.247	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	0.2169	0.347	/	0.01089	/	/	/	/	/	/	/
500	-0.132 ± 0.114	0.289 ± 0.201	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.114 ± 0.277	/	/
	0.2472	0.153	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.684	/	/
750	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1000	/	/	0.485 ± 0.155	0.373 ± 0.182	/	/	/	/	/	/	/	0.461 ± 0.341	-0.251 ± 0.355	/	/
	/	/	0.002	0.04128	/	/	/	/	/	/	/	0.179	0.482	/	/
<i>Arable land proportion</i>															
250	/	/	/	/	-0.153 ± 0.172	/	/	0.651 ± 0.227	/	/	/	0.275 ± 0.242	/	/	/
	/	/	/	/	0.3761	/	/	0.00445	/	/	/	0.258	/	/	/
500	0.161 ± 0.108	-0.329 ± 0.199	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.114 ± 0.277	/	/
	0.1364	0.099	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.684	/	/
750	/	/	/	/	/	0.337 ± 0.268	0.153 ± 0.121	/	0.153 ± 0.120	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	0.211	0.307	/	0.206	/	/	/	/	/	/
1000	/	/	-0.432 ± 0.149	-0.297 ± 0.153	/	/	/	/	/	0.539 ± 0.128	0.055 ± 0.131	/	/	/	0.010 ± 0.028
	/	/	0.004	0.06327	/	/	/	/	/	0.009	0.679	/	/	/	0.738
<i>Forest proportion</i>															
250	/	/	0.299 ± 0.134	0.226 ± 0.112	/	/	/	/	/	/	/	-0.211 ± 0.384	/	/	/
	/	/	0.026	0.04546	/	/	/	/	/	/	/	0.997	/	/	/
500	0.114 ± 0.107	0.156 ± 0.175	/	/	/	/	0.212 ± 0.116	0.480 ± 0.230	0.213 ± 0.116	/	/	/	0.166 ± 0.186	/	/
	0.2897	0.376	/	/	/	/	0.07	0.038	0.068	/	/	/	0.375	/	/
750	/	/	/	/	/	-1.01 ± 0.597	/	/	/	-0.053 ± 0.106	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	0.093	/	/	/	0.622	/	/	/	/	/
1000	/	/	/	/	-0.632e-03 ± 0.262	/	/	/	/	/	/	/	0.642 ± 0.260	/	0.212 ± 0.101
	/	/	/	/	0.998	/	/	/	/	/	/	/	0.014	/	0.036

	BB	ES	MN	Msp	NL	NN	PK	PN	PKN	PP	Plsp	RF	RH	FF	Gl
<i>Interaction of the distance to wind turbine</i>															
Length of hedgerows	/	/	/	/	-0.109 ± 0.193	/	0.290 ± 0.107	/	0.289 ± 0.106	/	/	/	/	/	/
250	/	/	/	/	0.574	/	0.007	/	0.007	/	/	/	/	/	/
500	/	/	/	/	/	/	/	0.117 ± 0.196	/	0.183 ± 0.103	/	/	/	/	/
750	/	/	/	/	/	/	/	0.554	/	0.076	/	/	/	-0.311 ± 0.114	-0.281 ± 0.069
1000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.007	< 0.001
Grass land proportion	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
250	/	/	/	/	/	/	/	-0.452 ± 0.218	/	/	/	/	/	/	/
500	/	/	/	/	/	/	/	0.039	/	/	/	/	/	/	/
750	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1000	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.406 ± 0.227	/	/	/
0.0076	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Arable land proportion	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
250	/	/	/	/	/	/	/	0.464 ± 0.212	/	/	/	/	/	/	/
500	/	/	/	/	/	/	/	0.03	/	/	/	/	/	/	/
750	0.040 ± 0.098	-0.274 ± 0.177	/	/	/	-0.333 ± 0.287	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1000	0.685	0.126	/	/	/	0.249	/	/	/	-0.131 ± 0.094	/	/	/	/	/
0.681	/	/	/	-0.038 ± 0.092	/	/	/	/	/	0.166	/	/	/	/	/
Forest proportion	/	/	/	0.298 ± 0.132	0.207 ± 0.102	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
250	/	/	0.025	0.044	/	/	-0.104 ± 0.102	0.163 ± 0.173	-0.108 ± 0.102	/	/	/	/	/	/
500	/	/	/	/	/	/	0.312	0.348	0.316	/	/	/	/	/	/
750	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
1000	/	/	/	/	-0.332 ± 0.229	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-0.051 ± 0.098
0.149	/	/	/	/	0.149	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.006

(BB: *Barbastella barbastellus*; ES: *Eptesicus serotinus*; MN: *Myotis nattereri*; Msp: *Myotis spp.*; NL: *Nyctalus leislerii*; NN: *Nyctalus noctula*; PKN: *Pipistrellus kuhlii/nathusii*; PP: *Pipistrellus pipistrellus*; Plsp: *Plecotus spp.*; RF: *Rhinolophus ferrumequinum*; RH: *Rhinolophus hipposideros*; FF: fast-flying species guild; Gl: gleaner species guild)

Table S2.7. Loss of activity in relation to the distance to the nearest wind turbine (distWT), calculated as a percentage of the maximum predicted number of bat passes for a given distance (1-[predicted activity of a given distance / maximum predicted activity]) for species significantly affected (BB: *Barbastella barbastellus*; Msp: *Myotis spp.*; NL: *Nyctalus leislerii*; PP: *Pipistrellus pipistrellus*; Plsp: *Plecotus spp.*; FF: fast-flying species guild; Gl: gleaner species guild).

distWT	BB	Msp	NL	PP	Plsp	FF	Gl
0	51.56	52.50	81.64	71.48	62.63	56.58	94.74
10	51.21	52.15	80.66	71.12	62.26	56.21	94.58
20	50.86	51.79	79.65	70.76	61.89	55.84	94.42
30	50.47	51.43	78.60	70.39	61.51	55.47	94.25
40	50.11	51.07	77.52	70.02	61.13	55.10	94.08
50	49.71	50.70	76.40	69.64	60.75	54.73	93.90
60	49.34	50.33	75.24	69.25	60.36	54.35	93.72
70	48.94	49.96	74.05	68.87	59.97	53.96	93.53
80	48.57	49.59	72.82	68.47	59.57	53.58	93.34
90	48.20	49.21	71.56	68.08	59.17	53.19	93.14
100	47.82	48.83	70.27	67.67	58.77	52.80	92.94
110	47.44	48.45	68.94	67.26	58.36	52.40	92.72
120	47.06	48.06	67.58	66.85	57.95	52.00	92.51
130	46.68	47.67	66.19	66.43	57.53	51.60	92.28
140	46.29	47.28	64.76	66.01	57.11	51.20	92.05
150	45.90	46.89	63.31	65.58	56.69	50.79	91.82
160	45.51	46.49	61.83	65.14	56.26	50.37	91.57
170	45.11	46.09	60.32	64.70	55.82	49.96	91.32
180	44.71	45.69	58.78	64.26	55.39	49.54	91.06
190	44.31	45.28	57.22	63.81	54.95	49.12	90.79
200	43.91	44.88	55.64	63.35	54.50	48.69	90.52
210	43.50	44.46	54.04	62.89	54.05	48.26	90.23
220	43.09	44.05	52.42	62.42	53.60	47.83	89.94
230	42.68	43.63	50.78	61.95	53.14	47.39	89.64
240	42.26	43.21	49.13	61.46	52.67	46.95	89.33
250	41.84	42.79	47.47	60.98	52.21	46.51	89.01
260	41.42	42.36	45.79	60.49	51.73	46.06	88.68
270	41.00	41.93	44.11	59.99	51.26	45.61	88.35
280	40.57	41.49	42.42	59.48	50.77	45.15	88.00
290	40.14	41.06	40.74	58.97	50.29	44.69	87.64
300	39.70	40.62	39.05	58.45	49.79	44.23	87.27
310	39.27	40.17	37.36	57.93	49.30	43.76	86.89
320	38.83	39.72	35.68	57.40	48.80	43.29	86.50
330	38.38	39.27	34.02	56.86	48.29	42.81	86.09
340	37.94	38.82	32.36	56.31	47.78	42.34	85.68
350	37.49	38.36	30.72	55.76	47.26	41.85	85.25
360	37.03	37.90	29.09	55.20	46.74	41.37	84.81
370	36.58	37.44	27.49	54.64	46.21	40.87	84.36
380	36.12	36.97	25.92	54.06	45.68	40.38	83.89
390	35.65	36.50	24.37	53.48	45.14	39.88	83.41
400	35.19	36.03	22.85	52.90	44.60	39.38	82.91
410	34.72	35.55	21.37	52.30	44.05	38.87	82.40
420	34.24	35.07	19.92	51.70	43.50	38.36	81.87
430	33.76	34.58	18.52	51.09	42.94	37.84	81.33
440	33.28	34.09	17.15	50.47	42.38	37.32	80.78
450	32.80	33.60	15.84	49.85	41.81	36.79	80.20
460	32.31	33.10	14.57	49.21	41.23	36.26	79.61
470	31.82	32.60	13.36	48.57	40.65	35.73	79.00
480	31.33	32.10	12.20	47.92	40.06	35.19	78.37
490	30.83	31.59	11.10	47.27	39.47	34.65	77.73
500	30.33	31.08	10.06	46.60	38.87	34.10	77.06
510	29.82	30.57	9.08	45.93	38.27	33.55	76.37
520	29.31	30.05	8.16	45.24	37.65	32.99	75.67
530	28.80	29.52	7.31	44.55	37.04	32.43	74.94
540	28.28	29.00	6.54	43.85	36.42	31.87	74.19
550	27.76	28.47	5.83	43.14	35.79	31.30	73.42
560	27.24	27.93	5.19	42.42	35.15	30.72	72.63
570	26.71	27.39	4.63	41.70	34.51	30.14	71.81
580	26.18	26.85	4.15	40.96	33.86	29.55	70.97
590	25.65	26.30	3.74	40.22	33.21	28.96	70.10
600	25.11	25.75	3.41	39.46	32.55	28.37	69.21

610	24.56	25.20	3.16	38.70	31.88	27.77	68.29
620	24.02	24.64	2.99	37.92	31.21	27.16	67.34
630	23.46	24.08	2.89	37.14	30.53	26.55	66.36
640	22.91	23.51	2.88	36.35	29.84	25.94	65.36
650	22.35	22.94	2.94	35.54	29.14	25.32	64.32
660	21.79	22.36	3.09	34.73	28.44	24.69	63.25
670	21.22	21.78	3.31	33.90	27.74	24.06	62.16
680	20.65	21.20	3.62	33.07	27.02	23.43	61.03
690	20.07	20.61	4.00	32.22	26.30	22.79	59.86
700	19.49	20.02	4.46	31.37	25.57	22.14	58.66
710	18.91	19.42	4.99	30.50	24.83	21.49	57.43
720	18.32	18.82	5.60	29.62	24.09	20.83	56.15
730	17.73	18.21	6.29	28.74	23.34	20.17	54.84
740	17.13	17.60	7.04	27.84	22.58	19.50	53.49
750	16.53	16.98	7.86	26.92	21.81	18.82	52.10
760	15.92	16.36	8.75	26.00	21.04	18.14	50.67
770	15.31	15.74	9.71	25.07	20.26	17.46	49.20
780	14.70	15.11	10.73	24.12	19.47	16.77	47.68
790	14.08	14.47	11.81	23.16	18.67	16.07	46.12
800	13.46	13.83	12.95	22.19	17.87	15.37	44.51
810	12.83	13.19	14.15	21.21	17.06	14.66	42.85
820	12.20	12.54	15.40	20.22	16.24	13.94	41.14
830	11.56	11.89	16.70	19.21	15.41	13.22	39.38
840	10.92	11.23	18.04	18.19	14.57	12.49	37.57
850	10.27	10.57	19.43	17.16	13.73	11.76	35.71
860	9.62	9.90	20.87	16.11	12.87	11.02	33.78
870	8.97	9.22	22.34	15.05	12.01	10.28	31.80
880	8.31	8.55	23.84	13.98	11.14	9.52	29.77
890	7.64	7.86	25.38	12.89	10.26	8.77	27.67
900	6.97	7.17	26.95	11.79	9.37	8.00	25.51
910	6.30	6.48	28.54	10.68	8.48	7.23	23.28
920	5.62	5.78	30.16	9.55	7.57	6.46	20.99
930	4.93	5.08	31.79	8.41	6.66	5.67	18.63
940	4.24	4.37	33.44	7.25	5.74	4.88	16.19
950	3.55	3.65	35.11	6.08	4.80	4.08	13.69
960	2.85	2.93	36.78	4.90	3.86	3.28	11.11
970	2.14	2.21	38.47	3.69	2.91	2.47	8.45
980	1.44	1.48	40.15	2.48	1.95	1.65	5.72
990	0.72	0.74	41.84	1.25	0.98	0.83	2.90
1000	0.00	0.00	43.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Discussion & perspectives

1. Approche méthodologique pour l'utilisation des données générées par les détecteurs-enregistreurs passifs

Du fait de leur autonomie l'arrivée sur le marché des détecteurs-enregistreurs passifs a en quelque sorte révolutionné les pratiques liées à l'étude des chiroptères aussi bien dans le domaine de la recherche académique que ceux des expertises environnementales. Or l'utilisation de ces détecteurs-enregistreurs passifs nécessite d'avoir recours à l'identification automatique en raison de la quantité de données générées. Plusieurs auteurs ont récemment émis des inquiétudes sur le recours à ces méthodes du fait de taux d'erreurs globaux dans l'identification automatique (Russo & Voigt 2016 ; Russo et al. 2017 ; Rydell et al. 2017). En effet, contrairement aux chants des oiseaux, les écholocations de chiroptères n'ont pas comme première vocation pour l'émetteur de signaler l'identité de son espèce et de son statut reproducteur. Il s'agit de signaux dont le principal objectif est la géolocalisation des obstacles et proies (Voigt *et al.* 2017), ces signaux sont par nature très convergents entre espèces et c'est ce qui rend intrinsèquement difficile l'identification des espèces (Obrist et al. 2004 ; Barataud 2015). Le cadre méthodologique que nous proposons confirme cependant qu'il est possible d'utiliser l'indice de confiance de l'identification automatique fourni par ces logiciels d'identification (probabilité d'assignation de l'espèce par l'algorithme utilisé, ici le Random Forest ; Bas et al. 2017), pour modéliser le risque d'erreur et optimiser la quantité de vérifications manuelles. L'identification automatique couplée à une validation manuelle d'une faible partie des données nommée identification semi-automatique (Newson, Evans & Gillings 2015), permet une approche optimisée et objectivée de la prise en compte des incertitudes sur les identifications. Ceci permet donc de bénéficier pleinement des avantages de la collecte massive de données d'activité pour des problématiques d'écologie et de biologie

de la conservation. En effet, la méthode propose d'accepter un taux d'erreur dans l'identification automatique, tout en permettant des analyses statistiques sur un grand nombre de données, et cela en vérifiant que ce taux d'erreur ne biaise pas les résultats. Ceci est d'autant plus intéressant que dans beaucoup de cas ce type de méthode permettra d'étudier des espèces rares et souvent sensibles qu'il ne serait pas possible d'étudier si nous cherchions à minimiser au maximum le risque d'erreur, une minimisation engendrant à partir d'un certain seuil plus d'élimination de faux négatif que de faux positifs.

Améliorer les méthodes de traitement et d'analyse acoustique des données de terrain est une formidable opportunité d'optimiser l'utilité des données issues de sciences participatives contribuant à l'amélioration large échelle des connaissances, au suivi de patterns écologiques (Newson, Evans & Gillings 2015) et permettant de mettre en évidence des déclin de populations (Kerbirou et al. 2015 ; Jeliaskov et al. 2016). Ce type de méthode peut également se révéler très utile auprès des professionnels menant les études d'impacts environnementales et les suivis dans le cadre de projets éoliens, et plus largement tout autre type de projet. En effet, dans ces structures, associations et bureaux d'études pour la plupart, il existe un réel compromis entre effort investi sur le terrain et gain d'information (Duelli & Obrist 1998). Bien que le coût d'échantillonnage sur le terrain soit un argument central dans le fonctionnement et la viabilité de ces structures, la variation de cette valeur monétaire en fonction des choix de méthodes d'investissements sur le terrain ainsi que le traitement des données est peu étudiée (Gardner *et al.* 2008). L'identification des espèces issue d'enregistreurs autonomes générant beaucoup de données est particulièrement chronophage malgré les logiciels de détermination automatique (Wimmer et al. 2013 ; Froidevaux et al. 2014), notre méthode pourra donc être utile à ces structures dans des contextes professionnels. Les validations peuvent profiter aux classificateurs eux-mêmes dont l'efficacité repose sur une base de référence de qualité. De plus, les sons étant archivés, et la recherche sur les outils

de classification ne cessant de progresser, une ré-analyse rétrospective des enregistrements dans le futur avec des outils plus performants est fortement envisageable, ce qui s'apparente donc aux approches collection.

Cette approche est cependant amenée à évoluer avec des possibilités de complexification. En effet jusqu'ici la modélisation du risque d'erreur repose sur des modèles très simples ne mettant en relation que les erreurs suite au processus de validation manuelle d'un sous ensemble de données avec leurs indices de confiance correspondants. L'ajout de certaines covariables aux modèles pourrait améliorer la précision de la prédiction de l'indice de confiance, servant de filtre pour la sélection des données comportant un risque d'erreur maximum donné. Parmi ces covariables, le nombre de données sur la nuit de l'espèce à modéliser sur le point d'enregistrement, la proportion d'indices de confiances élevés pour cette espèce sur le point d'enregistrement, ou encore l'abondance et l'indice de confiance des espèces acoustiquement très proches, avec lesquelles les erreurs se produisent, pourraient améliorer la précision. Il pourrait aussi être envisagé suite à cette complexification de tester une autre façon de réaliser la prédiction. Jusqu'ici un indice de confiance unique servant de filtre était prédit pour un taux d'erreur maximum toléré donné. Il est possible qu'à partir d'un modèle plus complexe nous adaptions la prédiction à chaque donnée du jeu de donnée, permettant une prédiction individualisée du risque d'erreur sur la donnée, le filtre des données serait ensuite appliqué en ne sélectionnant que les données ayant un risque d'erreur maximum donné.

Bien entendu et comme démontré dans ce chapitre, ce type d'optimisation de méthode de traitement et d'analyse des données acoustiques trouve aussi une utilité dans des études ciblées à but scientifique où une question précise se pose, telle que l'impact des éoliennes sur l'activité en chiroptères.

2. Mesure de la perte d'attractivité des habitats engendrée par les éoliennes

Grâce à l'amélioration de la procédure de sélection des données pouvant servir aux analyses de l'effet des éoliennes sur les chiroptères, nous avons pu détecter un fort impact négatif sur l'activité et ce à plus de 1000 m pour presque toutes les espèces. Ainsi, l'activité enregistrée sur les haies augmente de façon linéaire avec la distance à l'éolienne la plus proche jusqu'à la distance maximale échantillonnée. Ceci suggère que le retour à une activité normale n'est pas détecté et que de ce fait l'impact se prolonge à plus de 1000 m, excepté pour la Noctule de Leisler dont un optimum a été trouvé autour de 640 m. Un résultat majeur est que parmi les espèces impactées certaines n'étaient jusqu'ici pas connues pour être sensibles aux éoliennes par mortalité, telles que la Barbastelle d'Europe, les espèces de murins ou encore les oreillards (Roemer *et al.* 2017). La Barbastelle d'Europe est une espèce de l'Annexe II de la Directive Habitats 92/43/CEE, renforçant l'importance de ce résultat. Parmi les espèces impactées certaines sont également en fort déclin à l'échelle française depuis 10 ans, telles que la Pipistrelle commune, les espèces de noctules et les murins (Kerbirou *et al.* 2015a). Un tel phénomène de répulsion longue distance des éoliennes tout en se focalisant sur un habitat très important pour les chiroptères engendre donc des pertes de fréquentation qui peuvent être quantifiées, menant à des linéaires de haies moins fréquentés par les chiroptères qui devraient être compensés. Par exemple, concernant le groupe d'espèces le plus impacté, les espèces glaneuses, cet impact négatif serait équivalent à 2400 km de haies perdues pour ces espèces, avec toutes les conséquences que nous ne connaissons pas à l'heure actuelle sur les dynamiques de populations.

Ces résultats démontrent aussi que les recommandations européennes EUROBATS d'implantation à plus de 200 m de toutes lisières arborées sont largement insuffisantes, bien qu'initialement prévues pour réduire le risque de mortalité (Rodrigues *et al.* 2015). En plus d'être insuffisantes, ces recommandations ne sont actuellement pas du tout respectées si l'on

considère les implantations actuelles dans le grand-ouest de la France, avec 89% des éoliennes implantées à moins de 200 m d'une lisière.

3. Pratique d'évitement de l'impact des installations éoliennes au regard de la réglementation et des pertes d'attractivité des habitats

Le fait que les recommandations européennes (EUROBATS pour laquelle la France est signataire) en plus d'être insuffisantes, ne soient actuellement pas du tout respectées, soulève des questions sur les autorisations délivrées par l'autorité environnementale, et sur les possibilités d'intégration de nos résultats dans les doctrines, afin de rendre obligatoire la compensation de ces pertes écologiques jusqu'ici ignorées. D'un point de vue opérationnel et pratique, une méthode simple de calcul de la perte pourrait être envisagée, après avoir mis en œuvre tous les efforts possibles afin d'implanter les éoliennes au plus loin des lisières, tel que précédemment décrit dans la figure S2.2 de l'annexe de l'article 2. Ceci impliquerait également de rediriger les parcs éoliens vers les zones les moins bocagères pour lesquelles il sera très difficile i) de trouver des secteurs loin de haies ou de lisières forestières, et ii) de créer de nouveaux linéaires de haies en compensation, la capacité de charge supplémentaire attendue de ces paysages étant faible. De plus, la haie lorsqu'elle vient d'être implantée est un milieu qui met beaucoup de temps à acquérir ses qualités attractives pour les chiroptères (structure horizontale et verticale, quantité de bois) (Boughey et al. 2011b ; Lacoëuilhe et al. 2016). D'autres alternatives de compensation seraient donc utiles en complément, lorsque l'objectif premier sera d'obtenir des résultats sur un pas de temps plus court, par exemple en choisissant d'autres types d'infrastructures agroécologiques ou des changements de pratiques agricoles.

Cependant, d'autres pistes de réflexion sont également nécessaires pour améliorer la prise en compte de ce nouveau type d'impact, pouvant avoir d'importantes conséquences sur les

dynamiques de population en affectant la relation entre qualité des habitats et dynamique des populations (Ney-nifle & Mangel 2000; Rybicki & Hanski 2013; Froidevaux *et al.* 2017). En effet, il semble actuellement difficile d'appliquer de façon totalement efficace les étapes d'évitement et de réduction (Lintott *et al.* 2016), qui plus est sur les territoires bocagers où implanter les éoliennes à plus de 1000 m des lisières est peu réalisable. La compensation avec toute l'incertitude associée sur son efficacité ne doit être envisagée qu'en dernier recours. Ainsi, il semble indispensable de poursuivre avec des études s'intéressant à la compréhension des mécanismes chez les chiroptères qui provoquent de tels évitements aidant à optimiser les étapes d'évitement et de réduction.

CHAPITRE 2

Quelles mesures d'accompagnement ou de compensation en réponse à l'implantation d'éoliennes ?

Sommaire :

Introduction	141
<u>Article 3. Millon L., Barré K., Julliard R., Compere P., Kerbiriou C. The assessment of ecological equivalences supporting the implementation of offset measures: a case study in intensive farming landscape in north-west France.</u>	
Annexes	181
Vers d'autres formes de compensation : les changements de pratiques agricoles	203
<u>Article 4. Barré K., Julliard R., Le Viol I., Chiron F., Kerbiriou C. Tillage and herbicide reduction mitigate the gap between conventional and organic farming effects on foraging activity of insectivorous bats.</u>	
Annexes	237
Optimiser les gains écologiques de la simplification du travail du sol	251
<u>Article 5. Barré K., Le Viol I., Julliard R., Kerbiriou C. Weed control method drives conservation tillage efficiency on farmland breeding birds.</u>	
Annexes	281
Discussion & perspectives.....	297

Introduction

Les projets d'aménagement du territoire (en particulier les infrastructures de transport, de production d'électricité), l'urbanisation, ainsi que l'intensification agricole, constituent les principales causes du déclin de la biodiversité (Balmford & Bond 2005 ; Brook et al. 2008 ; Maxwell et al. 2016). Des législations ont été adoptées dans l'objectif d'enrayer ces déclin eux-mêmes ayant des conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes et le bien-être humain (Millennium Ecosystem Assessment 2005), ainsi que sur le devenir de l'humanité et son fonctionnement économique (Cardinale *et al.* 2012). On retrouve parmi ces outils législatifs, la protection des espèces et des habitats grâce à la Directive Habitats (92/43/CEE) et la Directive Oiseaux (2009/147/CE) en Europe, et l'« *Endangered Species Act* » aux USA. La Directive Habitats initiée en 1992 une protection stricte d'espèces et d'habitats listés en annexe IV par son article 12, elle constitue avec la Directive Oiseaux le pilier de la mise en place du réseau d'aires protégées Natura 2000. L'article 16 de la Directive Habitats en revanche permet de déroger à cette protection à condition que des solutions alternatives à l'implantation d'infrastructures au sein de ces espaces ne soient pas envisageables, que le projet soit d'intérêt public et qu'il ne remette pas en cause le maintien dans un état de conservation favorable les espèces concernées. Ainsi est né grâce à cette Directive en Europe le concept d'« objectif d'absence de perte nette de biodiversité ». Ce concept fut ensuite retranscrit par le « *Business and Biodiversity Offsets Programme* » (BBOP) explicitant la démarche censée conduire à une absence de perte nette de biodiversité dans le cas d'impacts de projets, par une chronologie d'étapes visant à éviter, réduire puis compenser (ERC) les impacts si certains n'ont pu être totalement évités. Même si en France cette notion apparaît dès la loi sur la protection de la nature de 1976, il a fallu attendre l'arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande de dérogations à la destruction d'espèces protégées ainsi que la loi Grenelle II (2010-788) du 12 juillet 2010 réformant l'étude d'impact, pour que la

séquence ERC soit réellement appliquée. En théorie cette séquence implique que la compensation soit utilisée en dernier recours après que l'aménageur ait démontré une optimisation maximale des étapes d'évitement et de réduction. La compensation s'effectue principalement en nature avec la création ou la restauration de nouveaux éléments dans le paysage le plus proche possible écologiquement et spatialement des pertes générées (MEDDE 2012).

Parmi les projets d'aménagement, l'énergie éolienne pose de réelles difficultés d'application de la séquence ERC. Les études d'impacts ayant pour objectif d'évaluer les impacts générés par le projet et de définir la stratégie requise pour atteindre l'absence de perte nette de biodiversité, ne suffisent pas à éliminer les impacts constatés dans les suivis post-construction (Lintott *et al.* 2016). En effet, les impacts sont diffus et continus dans le temps, intervenant lors de la phase d'exploitation. Ils concernent des événements de mortalité par collision directe avec les pales du rotor ou barotraumatisme avec l'avifaune et les chiroptères (Barclay *et al.* 2007 ; Kunz *et al.* 2007 ; Baerwald *et al.* 2008 ; Northrup & Wittemyer 2013 ; Erickson *et al.* 2014 ; O'Shea *et al.* 2016) ainsi que des pertes d'habitats (Minderman *et al.* 2012, 2017 ; Millon *et al.* 2015) comme déjà mentionné dans ce manuscrit, tous deux actuellement non quantifiables. Dans ce contexte, le calcul des gains nécessaires en compensation des pertes, nommé équivalence, n'est donc pas possible. La conséquence directe de ces limitations est que les projets éoliens font peu l'objet de mesures de compensation en raison des difficultés à estimer l'impact, et surtout d'y associer une compensation contrebalançant des pertes continues dans le temps. Cela conduit à des mesures que l'on qualifie plutôt de mesures d'accompagnement qui ne sont pas dimensionnées aux impacts réels. En effet, même si la connaissance de l'impact pour sa quantification est aujourd'hui limitée, ceci n'exclut pas des conséquences probables sur les effectifs et dynamiques de populations. Il paraît donc indispensable malgré ces manques d'apporter des gains de biodiversité ne serait-ce qu'estimés

sur avis d'experts, même si ceux-ci n'entrent pas dans le cadre d'une stricte équivalence au sens juridique de la doctrine ERC.

L'éolien ayant une forte tendance à être implanté en milieu agricole (Staid & Guikema 2013), les mesures d'accompagnement possibles sont classiquement l'implantation d'infrastructures agroécologiques, telles que les haies ou jachères, pouvant constituer des mesures efficaces pour l'avifaune et les chiroptères (Peste et al. 2015 ; Millon et al. 2015). Cependant certaines de ses mesures peuvent s'avérer complexes à mettre en place en paysage agricole intensif, dans la mesure où certaines telles que les jachères engendrent des pertes de production pour l'agriculteur. Peu acceptables par le monde agricole, la définition de ces mesures peut se traduire par des situations de blocages. Ces blocages peuvent persister y compris face à des propositions de compensations financières dimensionnées aux pertes, probablement pour des raisons sociétales où il est difficile d'admettre de geler des terres productives. De plus, les impacts de l'éolien sur la biodiversité concernent beaucoup d'espèces aux exigences écologiques contrastées, variant au cours de l'année et dont les réponses aux différentes mesures d'accompagnement peuvent être très différentes, voire opposées (Millon *et al.* 2015). Ces mesures sont donc souvent contraignantes dans les paysages intensifs, ce qui limite souvent leur usage, soulignant la nécessité d'explorer les possibilités de compensation alternatives telles que les infrastructures agroécologiques (article 3), ainsi que les alternatives potentielles à ces infrastructures tels que les changements de pratiques agricoles (articles 4 et 5).

Dans ce contexte, il apparaît nécessaire d'être capable de proposer des mesures alternatives en cas de blocage. En effet, un cas d'étude s'est intéressé à cet aspect dans l'article 3, où il était difficile de trouver des agriculteurs volontaires pour réaliser 2 ha de jachère par éolienne en compensation (mesure dont le dimensionnement avait été décrété arbitrairement et sans rapport avec les espèces impactées par l'autorité environnementale). Un calcul d'équivalence

avec d'autres types de mesures économiquement et socialement plus acceptables a donc été réalisé afin de trouver des alternatives, permettant de remplacer la jachère par son équivalent en autres types de mesures agroécologiques. Dans ce cas d'étude, l'équivalence entre le gain apporté par les 2 ha de jachère et la perte de biodiversité engendrée par l'impact n'était donc pas réellement évaluée. Ceci laissait ainsi beaucoup de possibilités sur le choix du type de mesure, soulignant l'importance de considérer leur acceptabilité économique et sociale. De ce fait, le calcul d'équivalence entre les 2 ha de jachère et les mesures alternatives intègre également une possibilité de modulation en fonction du type de projet et des parties prenantes locales, par un jeu de pondération des espèces. Ces pondérations ont pour but essentiel d'objectiver les poids relatifs des espèces selon leur degré de sensibilité au projet par exemple, mais aussi d'optimiser les chances que les acteurs concernés acceptent et mettent réellement en place la compensation. Tout ceci rejoint un débat d'actualité sur le « tri » des espèces à conserver, la majorité des scientifiques s'entendant sur la nécessité de prioriser sur certains compartiments de la diversité biologique face à ces pertes et déclin globaux. Beaucoup de scientifiques émettent des doutes sur le bien-fondé du recourt au concept utilitariste des services écosystémiques par exemple (Rudd 2011). Ceci soulève alors la question des critères à utiliser pour définir les degrés de menaces, de la place de la « patrimonialité » des espèces, ou encore du rôle « ingénieur » de certaines espèces pouvant par leur conservation bénéficier aux autres. Idéalement ces critères doivent être objectivés pour permettre de simplifier la compensation dans un contexte où compenser chaque espèces impactées indépendamment les unes des autres semble peu réaliste. Dans ce sens l'article 3 de ce chapitre expose le calcul d'une équivalence écologique entre types de mesures d'accompagnement intégrant simultanément toutes les espèces recensées sur le site du projet. Il propose ensuite une modulation de l'équivalence selon trois scénarios, incluant plus ou moins de choix de pondération de la part des parties prenantes. Le premier est un scénario

neutre considérant toutes les espèces à égalité dans le calcul d'équivalence, le second donne un double poids aux espèces négativement impactées par les éoliennes, et le dernier donne plus de poids aux espèces négativement impactées par les éoliennes, aux busards (en raison de leur forte sensibilité aux dérangements et collisions), à la saison de reproduction des chiroptères (étant une période critique pour les femelles et le succès de l'envol de leurs petits) et aux espèces d'oiseaux agricoles (étant les premières impactées par le projet). La démarche est développée dans l'idée de pouvoir adapter au contexte local le choix d'une mesure acceptable pour l'ensemble des parties prenantes et optimale pour un maximum d'espèces. Cependant, ceci engendre une part de subjectivité, néanmoins nécessaire dans la recherche de leviers permettant à la compensation d'être réellement mise en place

La difficulté pour trouver des sites de mise en place de ces mesures, de type infrastructures agroécologiques, est donc une des principales causes de compensations réalisées longtemps après l'impact (Regnery, Couvet & Kerbiriou 2013) ou même non réalisées (Quétier, Regnery & Levrel 2014).

Article 3

The assessment of ecological equivalences supporting the implementation of offset measures: a case study in intensive farming landscape in north-west France.

Lara Millon^{a,b}, Kévin Barré^a, Romain Julliard^a, Pierre Compere^b, Christian Kerbiriou^a

^a: Muséum National d'Histoire Naturelle, Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, UMR 7204 MNHN-CNRS, 55 rue Buffon, 75 005 Paris, France

^b: Agrosolutions, 83 Avenue de la Grande Armée, 75 782 Paris, France

Corresponding author: Lara Millon, lara.millon@gmail.com

Fax: 01 40 79 38 35; Phone: 01 40 79 38 31

Highlights

*A new method to calculate ecological equivalences is described

*The method is applied to implement offset measures in the context of a wind farm

*The method is applicable for another set of data and considers local stakeholders

Keywords: Ecological equivalence; Bird and bat communities; local stakeholder; farming landscape; offsetting, wind farm.

Abstract

The goal of offset measures is to counteract the residual loss of biodiversity due to development projects. However, implementation of the mitigation hierarchy is currently very unsatisfactory from a biodiversity point of view and may be linked to methodological problems related to the quantification and qualification of biodiversity.

To advise wind farm developers on offsetting in farming landscapes, we proposed a method for calculating ecological equivalences between the currently imposed offset measure (i.e., converting cultivated fields in agricultural fallows) and alternative offset measures. Ecological equivalences were calculated from the gain of biodiversity of each offset measure compared to crops without an offset measure (control). Both bird and bat communities were studied. Evaluation of the ecological equivalences followed 3 scenarios that differed according to the weight assigned to different species. For each scenario, the currently imposed offset measure always gave the highest gain in biodiversity. Then, using the same dataset, different scenarios showed that hedgerows or grass strips were the best alternative offset measures. Local stakeholders were placed in the center of the conceptualization of the ecological equivalence model, particularly in the definition of species weighting. This facilitated the appropriation of the results and contributed to the successful implementation of offset measures thanks to the stakeholder's partnership.

1. Introduction

Habitat loss due to land development projects (e.g., transport infrastructure, power generation infrastructure, and urbanization) is a major driver of biodiversity loss (Balmford & Bond, 2005; Brook, Sodhi, & Bradshaw, 2008). Given this situation, governments tend to adopt legislation to protect species (e.g., Endangered Species Protection Act in the USA and Habitats Directive in Europe). However, strict protection may be bypassed through derogations under article 16 of the EU Habitats Directive (EC 1992, 2009). Developers should demonstrate that they have avoided and reduced their negative impacts on biodiversity as much as possible and that they will implement offset measures when residual effects persist (mitigation hierarchy, EC 2007).

Offsetting consists of implementing measures that counteract the residual loss of biodiversity and generate gains through management measures to achieve no net loss of biodiversity or a net environmental benefit (McKenney & Kiesecker, 2010). Offset measures may guarantee the sustainability of biodiversity gains through, for example, the restoration or creation of habitats on offset sites or regulatory safeguards on semi-natural habitats with high degrees of biodiversity. All processes require the participation of many stakeholders with different aims and perceptions (Quétier, Moura, Menuit, Boulnois, & Rufay, 2015; Reed, 2008).

Implementation and evaluation of offset measures requires the so-called ecological equivalence between biodiversity losses (i.e., residual effects after avoidance and reduction measures) and biodiversity gains through the implementation of offset measures (Quétier & Lavorel, 2011). Millon et al. (2015) highlighted that it could be difficult to calculate ecological equivalences for a set of species that have different ecological requirements throughout the year and do not respond to offset measures in the same way. Mitigation policies explicitly state that “in-kind compensatory mitigation is preferable to out-of-kind” (US EPA and DA 1990), such that, offset frameworks should be spatially and ecologically as

close as possible to the impacted area (McKenney & Kiesecker, 2010). Additionally, the difficulty of finding offsetting sites is one of the main reasons why compensation measures may only be achieved long after the impact (Regnery, Couvet, & Kerbiriou, 2013) and sometimes remain unachieved (Quétier, Regnery, & Levrel, 2014). In some cases (i.e., the French no net loss policy, Quétier et al., 2014), design of the offset is shifted down to local and regional permitting authorities, and even developers themselves, resulting in a highly variable and often ineffective project-by-project approach to offset supply. Thus, implementation of the mitigation hierarchy is currently unsatisfactory from a biodiversity point of view and this is partly linked to methodological problems related to the qualification and quantification of biodiversity (Quétier & Lavorel, 2011).

Workshops with different implicated stakeholders appear to be a very important tool. It might help understand their aims and perceptions of the landscape, and if they are placed at the center of decisions, it might facilitate the appropriation of results. Stakeholders may become actors to identify sites for the offset measures, thereby improving the biodiversity outcomes (Reed, 2008).

Wind farm installation in intensive agricultural landscapes and the associated offset measures is a particularly interesting situation for such a question. Project developers attempt to install wind farms on agricultural land, particularly in arable land dominated by open fields (Staid & Guikema, 2013). However, the wind energy industry is not completely free of negative impacts on biodiversity. Indeed, bat and bird fatalities induced by wind turbine blade rotation are regularly described in Europe (Peste et al., 2015; Rodrigues, Bach, Dubourg-Savage, Goodwin, Harbusch, 2008; Rydell et al., 2010) and North America (Arnett, Hein, Schirmacher, Huso, & Szewczak, 2013; Johnson et al., 2003; Kunz et al., 2007). These impacts, even at a low level, may be particularly harmful for species with a long life span, such as raptors, some of which are particularly threatened (Garvin, Jennelle, Drake, &

Grodsky, 2011). In addition, wind turbines may cause non-lethal impacts, such as the disturbance of migration routes, displacement and local habitat loss (Hötker, Thomsen, & Jeromin, 2006; Kuvlesky et al., 2007; Millon et al., 2015). Therefore, wind farm development requires the implementation of offset measures.

However, because of the landscape structure of intensive agriculture territories, offsetting close to the impacted area through the safeguards of a semi-natural habitat may be difficult to implement due to their rarity in such a landscape. A second approach that respects “on-site” offsetting is to exempt cultivated areas to create favorable habitats for biodiversity by converting cultivated fields into agricultural fallows. In our case study, in the first round of negotiations, the Regional Directorate for the Environment initially directed that every turbine should be compensated by the creation of 2 ha of agricultural fallow. However, this measure was socially challenged and difficult to implement. Environmental NGOs are not fully satisfied with this single measure, and wind farm developers fail to find enough agricultural surfaces to convert to fallow; farmers sometimes feel that they are being penalized twice as they are already affected by the installation of wind farms (using space by wind turbines and larger paths) and they feel that they need to withdraw land that was previously used for agriculture production. Thus, there is a need to identify alternative offset measures.

In a second round of negotiations, it was determined that alternative offset measures could be implemented, provided that the ecological equivalence of biodiversity gain contained in 2 ha of agricultural fallow would be respected. Therefore, we assessed the feasibility of alternative ecological mitigation for the installation of wind turbines in a farming landscape. First, during a workshop with all local stakeholders, sets of measures that already exist in the field (e.g., hedgerows, bushes, and grass strips) were identified. Such measures were considered potentially acceptable by all stakeholders to replace the current offset measure. Second, the NMNH evaluated the bird and bat communities for both the current and potential alternative

offset measures, and also on crops without offset measures (control). Third, the NMNH evaluated the gain (or loss) of biodiversity for each offset measure compared to the control, combining both fauna communities, and calculated the ecological equivalences between the current and potential alternative offset measures using 3 scenarios of weighting systems: (i) all species with the same weight, (ii) double weight for species identified as negatively impacted by wind farms or (iii) double weight for a selection of species identified by the community as species of interest. The ecological equivalences permitted us to adjust the length or surface of the alternative offset measure according to its efficacy. Finally, local stakeholders were asked to choose among the different scenarios, thereby placing them at the center of the conceptualization of the ecological equivalence model.

2. Methods

2.1.1 Study area

Our study was conducted from May to September 2013 in Champagne-Ardenne, in northeast France (fig. 1). This region is predominantly rural, with agricultural land covering 68 % of the territory, as calculated from Corine Land Cover data (see Supplementary Material A). In 2014, the Champagne-Ardenne region was ranked first in France in electricity production from wind (RTE 2014a) and produced the equivalent of approximately 30 % of its domestic consumption (RTE 2014b). The wind turbines studied had a 100 m high tower and 50 m long blades and were located in crop fields. (For more details on the landscape around the wind farm, see Supplementary Material B).

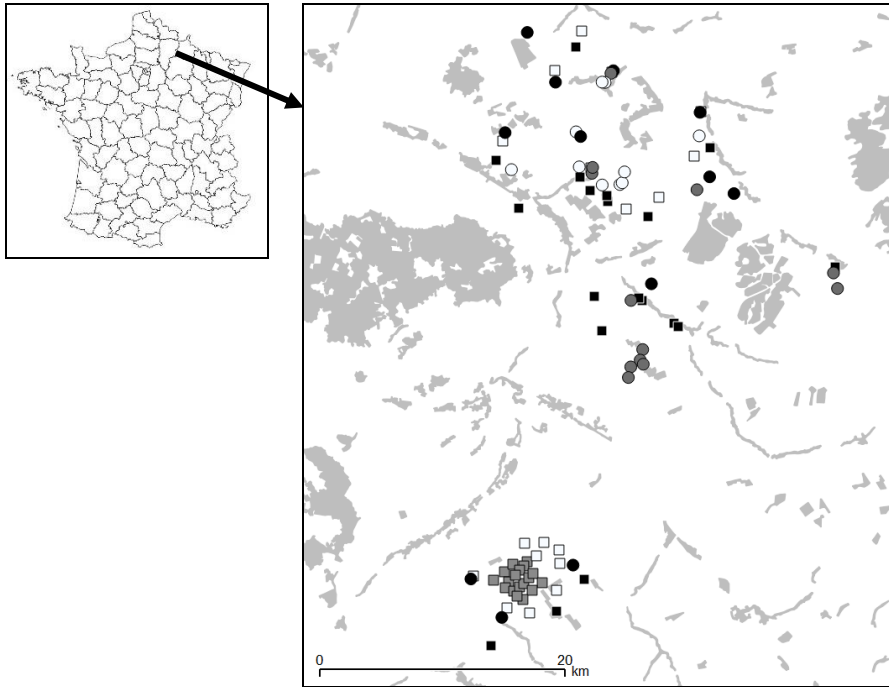


Figure 1: Sampling design map showing the sampled sites as follows: crops under wind farming (grey square), crops without compensation measure (white square), fallows (black square), grass strips (white circle), grass strips with bushes (gray circle), and hedgerows (black circle). In this intensive agricultural landscape, the woodlands are indicated in gray.

2.1.2 Potential offset measures tested

To determine which other offset measures could replace the fallows in Champagne-Ardenne, a group of local stakeholders was defined as follows: the wind farm developer (ENGIE), an environmental NGO, a local hunting association, the Regional Directorate for the Environment and Agrosolutions (the expertise and consultancy section of InVivo, the main French agricultural cooperative group). Together, they decided on a list of potential alternative offset measures present in the field: hedgerows, grass strips, bushes and grass strips with bushes. To assess ecological equivalences between the fallows and the potential alternative measure, we evaluated their gains in terms of biodiversity against crops without an offset measure (control). Bird and bat communities were sampled at all sites (current offset

measure, alternative offset measure and control) following the same protocol. For more details on current and potential alternative offset measures, see Supplementary Material B.

2.1.3. Characteristics of the landscape surrounding sampled sites and local field characteristics

Because biodiversity depends on the landscape structure beyond the offset measure of interest, the positions of the sampling points were selected to avoid correlations between offset measures and landscape structure (see Supplementary material B). In addition to the large-scale habitat structure, local field characteristics within a 100 m buffer area were also considered (crop mean height, number and type of crops in the fields, presence of farming trails and marginal strips of spontaneous herbaceous). Because these variables reflect the local landscape's heterogeneity, they may affect species abundance and were therefore taken into account in the modeling (see Supplementary Material B).

2.2 Biodiversity inventory

2.2.1 Breeding Bird inventory

We sampled birds in the spring of 2013 at 78 sites (Table 1) using the count point method following the recommendations of the French Breeding Bird Survey (Jiguet, Devictor, Julliard, & Couvet, 2012). Points were placed at the perimeter of the site and were separated by at least 200 m (the mean of the minimum distance between nearest points was 890 m, Fig. 1). Therefore, the number of points per site depended on the site's size, with a maximum of five points (Table 1, see Supplementary Material B.1 for the site sizes). Counts were performed from sunrise and up to four hours after sunrise. Each bird that was seen or heard at one point within a radius of 100 meters was counted, unless it was counted at a previous sampled point within the same site. Bird counts occurred twice, at six weeks before and five weeks after the 24th of May (first and second visit, respectively). The first sites sampled at the beginning of the fieldwork were the first sampled after the 24th of May. Each type of sites

(control, current and potential alternatives offset measures) was sampled early and late in the morning. In total, 340 and 337 count points respectively, were obtained by one observer, Julien Robak. This design sampling previously proved its ability to identify the effects of farming intensity and local landscape simplification in farming bird species abundance (Filippi-Codaccioni, Devictor, Bas, Clobert, & Julliard, 2010; Filippi-Codaccioni et al., 2010).

Table 1: Number of sites per modality sampled for each visit. Numbers in parentheses represent the number of count points per site.

Modality	Bird inventory via count point	Harrier's protocol via car transects	Harrier's protocol via observation points	Bat inventory via ultra-sound recording
Control				
<i>Crops without offset measure</i>	18 (5)	≈300	≈300 (1 to 8)	12(1)
Imposed offset measure				
<i>Fallows</i>	12 (1 to 5)	11	7 (1 to 6)	8(1)
Alternative offset measures				
<i>Hedgerows</i>	12 (2 to 5)	25	23 (1 to 6)	8(1)
<i>Grass strips</i>	12 (2 to 5)	17	17 (1 to 4)	8(1)
<i>Bushes</i>	12 (1)	35	30 (1 to 7)	8(1)
<i>Grass strips with bushes</i>	12 (3 to 5)	8	7 (1 to 2)	8(1)

2.2.2. Harrier survey

According to the low probability of observing species with a low density and large home range, such as birds of prey, we performed two other protocols (car transect and point count). Montagu's harrier (*Circus pygargus*) and hen harrier (*Circus cyaneus*) presence or absence was noted for each observed crop (Table 1). These protocols were performed during 38 half-days between the 29th of May and the 2nd of July. The hour varied according to the weather and harrier activity but was always performed when these species are known to be most active (6 h 30-12 h or 17 h-20 h 30). The first protocol was a car transects protocol, in which all harrier individuals were noted when present in a crop adjacent to the track. Transects of 36 ± 5 km were driven at 25 km/h. The second protocol was an observation points protocol, in which all individuals (up to 800 m away) visible with binoculars were noted. The number of

observation points per day was 5.8 ± 0.6 . Observation points were placed along car transects at high locations. One of the site types (control, current or alternative offset measure) was assigned to each crop according to what surrounded the observed crop. Indeed, we hypothesized that crop selection by a harrier was influenced by its surrounding. Moreover, it permitted us not to double count the same harrier hunting above an offset measure and above a crop just next to it.

2.2.3 Bat inventory

We sampled bats using standardized echolocation recordings on stationary points, which is a robust method to assess the relationship between bat activities and the corresponding habitat (Stahlschmidt & Brühl, 2012; Newson, Evans, & Gilings, 2015). Sites (n=56, table 1) were sampled during two visits (May to early July and mid-August to late September) in 2013 following a similar protocol as that designed for the French Bat Monitoring Programme (FBMP 2013, see Supplementary Material C). Due to some overlap among acoustic repertoires and the difficulty of assigning exact species to all bat calls, we constructed three groups, *Pipistrellus spp*, *Eptesicus-Nyctalus spp* and *Plecotus-Myotis spp*. Some species included in the same group may have had different ecologies but exhibited convergences from a foraging behavior perspective and consistency with respect to the detection distance (see Millon et al., 2015 and Supplementary Material C). Finally, some species were recorded on too few sites, and therefore they were grouped together to allow statistical analysis.

2.3 Ecological equivalences

2.3.1 Step one: species abundance modeling among offsets measures

The first step was assessment of the difference of biodiversity between the control site (crops without offset measure) and current offset measure (fallows) or crops with potential alternative offset measures (hedgerows, grass strips, bushes and grass strips with bushes, fig. 2). We assessed variations in bird abundance, harrier presence or bat activity (i.e., the

response variable) as a function of site, offset type, local field characteristics, weather conditions and material variables (the correlation between these explanatory variables were verified before using them in models, see Supplementary Material B). We performed generalized linear models (GLM) with a Poisson error distribution (for the count data) or a binomial error distribution (for the presence/absence data). Bird analyses were performed species by species because they have different detection probabilities and different biological requirements. Only avian species that were present in more than 5 % of the count points were studied at the species level (Fig 2, see Supplementary Material D). We grouped species (Sylvidae species and the two Circus species) because their individual abundances were too low, and because their biology was similar. Data from the different harrier protocols were analyzed separately. Inventories of birds were repeated on similar locations. Thus, we used generalized linear mixed models (GLMM), with the name of the site as the random effect. The GLM concerning bats was performed on each visit separately and at the group level. We explored data for potential spatial autocorrelation using a variogram tool (R package spatial, Bivand, Pebesma, & Gomez-Rubio, 2008). When needed, we added an autocovariate (i.e., a distance-weighted function of neighboring response values; here, weights by the square of inverse distance; Dormann et al., 2007; Penone et al., 2013) with the autocovariate distance function in R (package spdep, Roger Bivand). All analyses were performed using R statistical software v.3.0.2 (2013 The R foundation for Statistical Computing).

2.3.2 Step two: calculation of the gain (or loss) for each offset measure per protocol

Because of the modeling (step 1), each species or group of species had one parameter per offset measure that represented the difference between the control (i.e., intercept in the modeling) and the offset measure. The second step consisted of aggregating those parameters with an arithmetic mean for each protocol and each offset measure (Fig 2). According to the link (log) used in the Poisson error distribution, we transformed these means using the

exponential function. The difference between the exponential of the mean and the exponential of the intercept (crop without offset measure) yielded the gain (or loss) of bird, harriers or bat (according to the protocol) per offset measure added to a crop without offset measures (equation 1).

Equation 1: calculation of the gain for each offset measure per protocol. This equation was used for each offset measure and each protocol. Here, the intercept is crop without offset measure. We used the exponential function for back transformation according to the log link included in GLM and GLMM with a Poisson error distribution.

Equation 1. 1: Example with the breeding birds protocol in fallows:

$$\text{Gain}_{\text{fallow breeding bird}} = \exp((\beta_{\text{fallow sp1}} + \beta_{\text{fallow sp2}} + \dots + \beta_{\text{fallow sp i}}) / i) - \exp(\text{intercept}),$$

where β = parameter from GLMM and i = number of bird species

Equation 1.2: Example with the breeding birds protocol in hedgerows:

$$\text{Gain}_{\text{hedgerow breeding bird}} = \exp((\beta_{\text{hedgerow sp1}} + \beta_{\text{hedgerow sp2}} + \dots + \beta_{\text{hedgerow sp i}}) / i) - \exp(\text{intercept})$$

where β = parameter from GLMM and i = number of bird species

Equation 1.3: Example with the harriers protocol in fallows:

$$\text{Gain}_{\text{fallow harriers}} = \exp(\beta_{\text{fallow protocol1}} + \beta_{\text{fallow protocol 2}}) / 2) - \exp(\text{intercept})$$

where β = parameter from GLMM

Equation 1.4: Example with the bats protocol in fallows:

$$\text{Gain}_{\text{fallow bat}} = \exp((\beta_{\text{fallow gr 1 visit1}} + \beta_{\text{fallow gr 2 visit 1}} + \dots + \beta_{\text{fallow gr k visit 2}}) / (k * 2)) - \exp(\text{intercept})$$

where β = parameter from GLM and k = number of bat groups

2.3.3 Step three: scaling the gain or loss according to the sampled surface

Currently, the sampled surfaces are different for each protocol (100 m radius for the bird count points, 25 m radius for the bat protocol and the site's size for the harrier protocols). To better utilize the results, gains or losses per protocol and per offset measure (step 2) were scaled to obtain a gain when 2 ha of fallow, 100 m of hedgerows, grass strip or grass strip with bushes or one bush were added to 2 ha of crop without offset measure (instead of having a gain when the mean of the sampled surface of fallow was added to the mean sampled surface of crop without offset measure for instance). This third step was performed by two cross-multiplications (Fig 2). The first was to scale the surface of the intercept (crop without offset measure) at 2 ha for each protocol, and thus, calculate the corresponding sampled surface for the other type of site (equation 2). For example, during the breeding bird protocol, the mean of the sampled surface per point was 3.14 ha for the crop without offset measure and 0.6 ha for the fallow (see Supplementary Material B for details). Thus, for 2 ha of crop without offset measure, the corresponding surface of fallow was 0.4 ha (equation 2.1). The second cross-multiplication scaled the surface of fallow at 2 ha or the lengths of hedgerows, grass strip or grass strip with bushes at 100 m and their associated gain or loss of biodiversity (equation 3). One bush was always sampled for all protocols; therefore, there was no need to scale it. We assumed that at this scale of transformation, a linear relationship between bird abundance or bat activity and area of all treatment was obtained, an assumption that seems credible, but would not be if we considered that the species richness was due to the species area curve (McGuinness, 1984).

Equation 2: First cross-multiplication to scale the surface of the intercept at 2 ha:

Equation 2.1: Example with the breeding bird protocol for the fallow:

$$CSF = (SSF/SSCwom) \times 2$$

where CSF is the corresponding surface of the fallow, SSF is the mean of the sampled surface of fallow within bird sites (0.6 ha in our study, see Supplementary Material B for details) and SSCwom is the sampled surface of crop within bird sites without an offset measure (i.e., $\pi \times 100^2 / 10000 = 3.14\text{ha}$).

Equation 2.2: Example with the breeding bird protocol for the hedgerow:

$$CLH = (SSH/SSCwom) \times 2$$

where CLH is the corresponding length of the hedgerow, SSH is the mean of the sampled length of the hedgerow within bird sites (155 meters in our study, see Supplementary Material B for details) and SSCwom is the sampled surface of crop without an offset measure within bird sites (i.e., $\pi \times 100^2 / 10000 = 3.14\text{ha}$).

Equation 3: Second cross-multiplication to scale the gain of the offset measure for the same surface or length:

Equation 3.1: Example with the breeding bird protocol for the fallow:

$$Gain_{fallow\ breeding\ bird\ standardized} = Gain_{fallow\ breeding\ bird} * 2 / CSF$$

Equation 3.2: Example with the breeding bird protocol for the hedgerow:

$$Gain_{hedgerow\ breeding\ bird\ standardized} = Gain_{hedgerow\ breeding\ bird} * 100 / CLH$$

2.3.4 Step four: Calculation of ecological equivalences

After all gains and losses were calculated for the same metric of offset measures for each protocol, the means of those gains and losses per offset measure were calculated. The number of species or group of species was considered to give more weight to the protocol that studied more species (Equation 4, Fig 2). Then, the last step determined the length of hedgerows,

grass strip or grass strip with bushes and the number of bushes needed to obtain the same gain as the fallow (Equation 5, Fig 2). This was performed by simple cross-multiplication.

Equation 4: calculation of the gain or loss for each offset measure taking into account all protocols:

Equation 4.1: Example for the fallow

$$\text{Gain}_{\text{fallow all protocols}} = (\text{Gain}_{\text{fallow breeding bird standardized}} * i + \text{Gain}_{\text{fallow harriers standardized}} + \text{Gain}_{\text{fallow bats standardized}} * k) / (i + k + 1)$$

where i = number of bird species, k = number of bat group, and the $+ 1$ for the harriers protocol.

Equation 5: Cross-multiplication to determine the length of the offset measure to replace the fallow:

Equation 5.1: Example with the hedgerow:

$$\text{Length}_{\text{hedgerow}} = \text{Gain}_{\text{fallow all protocols}} * 100 / \text{Gain}_{\text{hedgerow all protocols}}$$

2.4 Variation of this method among three scenarios of weighting systems

Scenario 1: Ecological equivalences were assessed considering that all taxa had the same weight (Fig 2, scenario 1). The weights in the last step referred to the number of species or groups of species in each protocol (see section 2.4.4).

Scenario 2: Ecological equivalences were assessed using a double weight for taxa negatively impacted by the wind farms (Fig 2, scenario 2, equation 6). The impacted species/taxa were defined from the results of a study performed on the impacted site (Fig. 1). In this study, we used statistical models that compared bird abundance or bat activity between crops without offset measures and crops under wind turbines without offset measures and found that

abundances of the common quail (*Coturnix coturnix*), the common blackbird (*Turdus merula*), the common chaffinch (*Fringilla coelebs*) and the Eurasian blackcap (*Sylvia atricapilla*) were lower under wind turbines than without wind farming (see Supplementary Material E). Although we did not have results for *Circus spp*, we defined them as impacted by wind farms according to the literature (Garvin et al., 2011, Fig 2, scenario 2, see equation 7). The activity of *Eptesicus-Nyctalus spp* at the second visit was also lower under wind farming (see Supplementary Material E, equation 6).

Equation 6: calculation of the gain for each offset measure for the breeding bird and bat protocols, taking into account taxa negatively impacted by wind farms (equation 1 modified):

Equation 6.1: Example with the breeding birds protocol in fallows with the species 1 (sp1) impacted by wind farms:

$$\text{Gain}_{\text{fallow breeding bird impacted}} = \exp((\beta_{\text{fallow sp1}} + \beta_{\text{fallow sp1}} + \beta_{\text{fallow sp2}} + \dots + \beta_{\text{fallow sp i}}) / (i + \text{number of impacted species})) - \exp(\text{intercept})$$

where i is the number of bird species.

Equation 7: calculation of the gain or loss for each offset measure taking into account all protocols, with the harrier protocol counting twice (equation 4 modified)

Equation 7.1: Example for the fallow:

$$\text{Gain}_{\text{fallow all protocols}} = (\text{Gain}_{\text{fallow breeding bird impacted standardized}} * i + \text{Gain}_{\text{fallow harriers standardized}} * 2 + \text{Gain}_{\text{fallow bats impacted standardized}} * k) / (i + k + 2)$$

where i = number of bird species, k = number of bat group, and the + 1 for the harriers protocol.

Scenario 3: Ecological equivalences were assessed considering a selection of taxa identified by the stakeholder community as species of interest (fig. 2, scenario 3).

This scenario was developed during group workshops in which the scientists of NMNH discussed potential developments but tried to remain “neutral facilitators” (Becu, Neef, Schreinemachers, & Sangkapitux, 2008) and tried not to influence stakeholders. First, priority was given to the bird farming species such that the offset measures would be more beneficial to the ecosystem. According to the Species Specialisation Index (SSI, Julliard, Clavel, Devictor, Jiguet, & Couvet, 2006), the farming species were the Eurasian skylark (*Alauda arvensis*), corn bunting (*Emberiza calandra*), common quail (*Coturnix coturnix*), yellow wagtail (*Motacilla flava*), common linet (*Linaria cannabina*), melodious warbler (*Hyppolais polyglotta*) and grey partridge (*Perdix perdix*). Parameters of the species that were not considered to represent farming species according to the SSI were averaged together before the third step (equation 8). Second, the weight of the bird species impacted by wind farming was doubled for the same reason as described for the second scenario (fig. 2, scenario 3, equation 6.1). Because wind farms impacted three of five non-farming species, the parameters of the non-farming species were also doubled. Third, to give more weight to the bat’s reproductive season, which is important if we want to maintain a persistent local population, the results from the first visit of the bat inventory were also double weighted (fig. 2, scenario 3, equation 9). Finally, in the fourth step, double weight was given to the harrier protocol results (fig. 2, scenario 3, equation 7). Indeed, these species are both impacted by wind farming (Garvin et al., 2011) and are highly important in an ecosystem as a top predator (Norrdahl & Korpimäki, 1995; Therrien, Gauthier, Korpimäki, & Bêty, 2014).

Equation 8: Averaging the parameters of non-farming bird species

Equation 8.1: Example for the fallow:

$$\sigma_{\text{fallow non-farming species}} = (\beta_{\text{fallow sp1}} + \beta_{\text{fallow sp2}} + \dots + \beta_{\text{fallow sp i}}) / i$$

where β = parameter from GLMM and i = number of non-farming bird species.

Equation 9: calculation of the gain for each offset measure for the bat protocol given more weight to the bat reproductive season (pass 1, equation 1.4 modified)

Equation 9.1: Example in fallows:

$$\text{Gain}_{\text{fallow bat visit 1 doubled}} = \exp((\beta_{\text{fallow gr 1 visit1}} + \beta_{\text{fallow gr 1 visit1}} + \beta_{\text{fallow gr 2 visit 1}} + \dots + \beta_{\text{fallow gr k visit 2}}) / (k * 2 + k) - \text{exp(intercept)})$$

where β = parameter from GLM and k = number of bat groups.

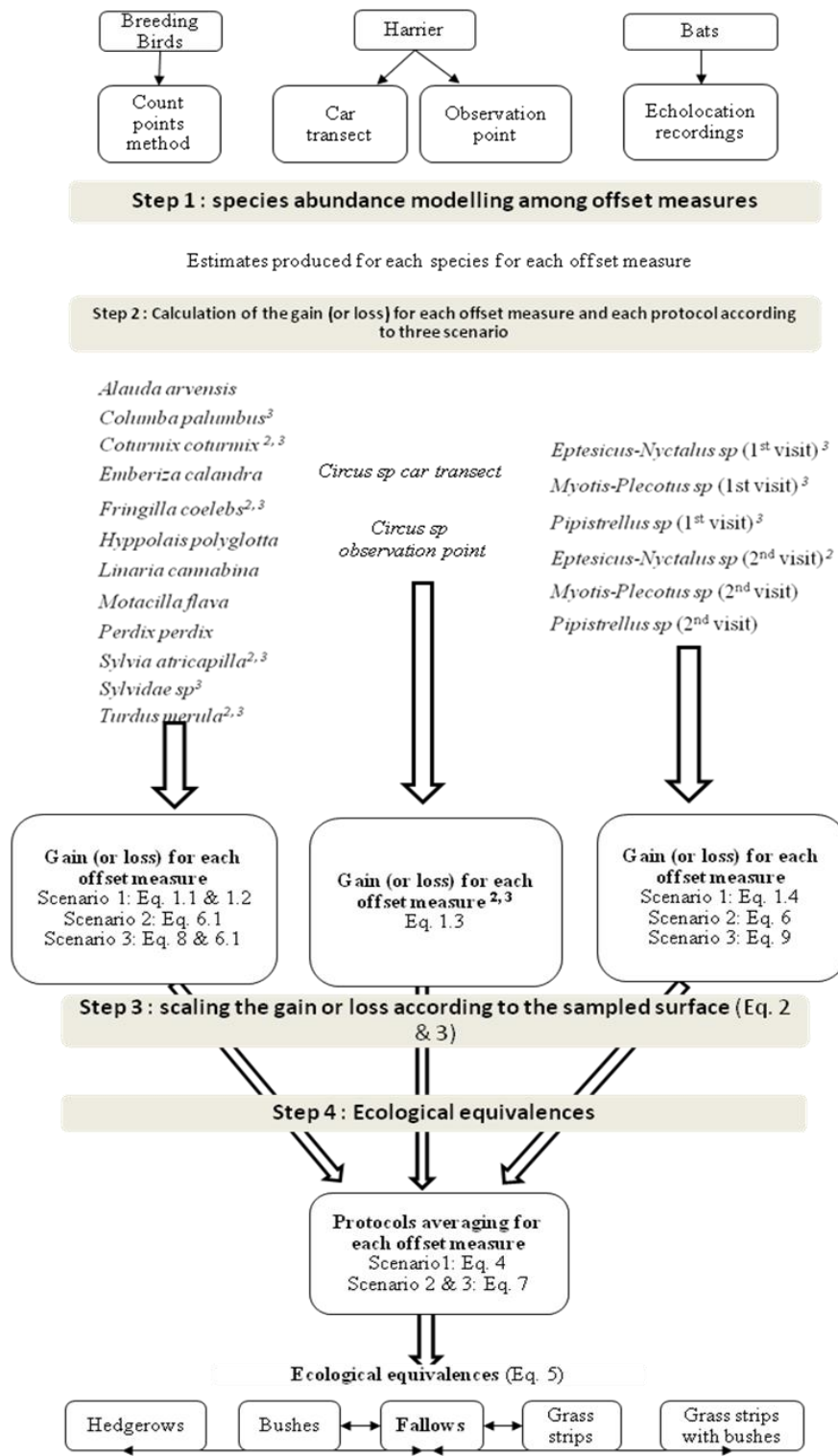


Figure 2: Steps to calculate ecological equivalences from data on breeding birds, harriers and bat species. The exponent number indicates the scenario in which the species, group of species or the mean per protocol is doubled. Eq. refers to the equations; when the scenario is not written, the equation is used for all scenarios.

3 Results

3.1 Species contacted

Seventy-four bird species were identified with the count point protocol (see Supplementary material D). Only 12 were present in more than 5 % of the total number of count points (Fig 2). The two species of harrier were observed in low abundance (only on 157 of 1853 crops with the car transect protocol and 96 of 1456 crops with the observation point protocol). A total of 9900 bat passes were recorded, 3926 during the first visit and 5985 during the second visit. The majority was from species in the *Pipistrellus* group, followed by the *Eptesicus-Nyctalus* group and the *Plecotus-Myotis* group (93 %, 4 % and 3 % of the total number of contacts, respectively, see Supplementary Material D).

3.2 Results from statistical models (step 1)

According to a slight spatial structure detected for *Alauda arvensis*, *Coturnix coturnix*, *Linaria cannabina*, *Fringilla coelebs*, *Sylvia atricapilla*, *Pipistrellus spp* (1st visit) and *Eptesicus-Nyctalus spp* (1st visit), the autocovariate function was added in the modeling. Statistical results were very different from one species to another (Tables 2 and 3, Fig. 3 and Supplementary Material F). For example, some species did not respond significantly positively to any compensation measures, including *Alauda arvensis*, *Columba palumbus*, *Coturnix coturnix*, *Emberiza calandra*, *Motacilla flava*, *Perdix perdix* (Table 2), and *Pipistrellus spp* at the 1st and 2nd visits, and *Eptesicus-Nyctalus spp* and *Plecotus-Myotis spp* from the 2nd visit (Table 3). Other species had a higher abundance only for the current compensation measure, with *Sylvia spp* (Table 2) and *Plecotus-Myotis spp* at the 1st visit (Table 3). *Hyppolais polyglota*, *Linaria cannabina*, *Turdus merula*, *Circus spp* (from both protocols, Table 2) and *Eptesicus-Nyctalus spp* at the 1st visit (Table 3) were positively impacted significantly by at least one potential alternative compensation measure but not the imposed measure. Finally, the last group of species responded significantly positively to the

current and at least one alternative compensation measure, *Fringilla coelebs* and *Sylvia atricapilla* (Table 2).

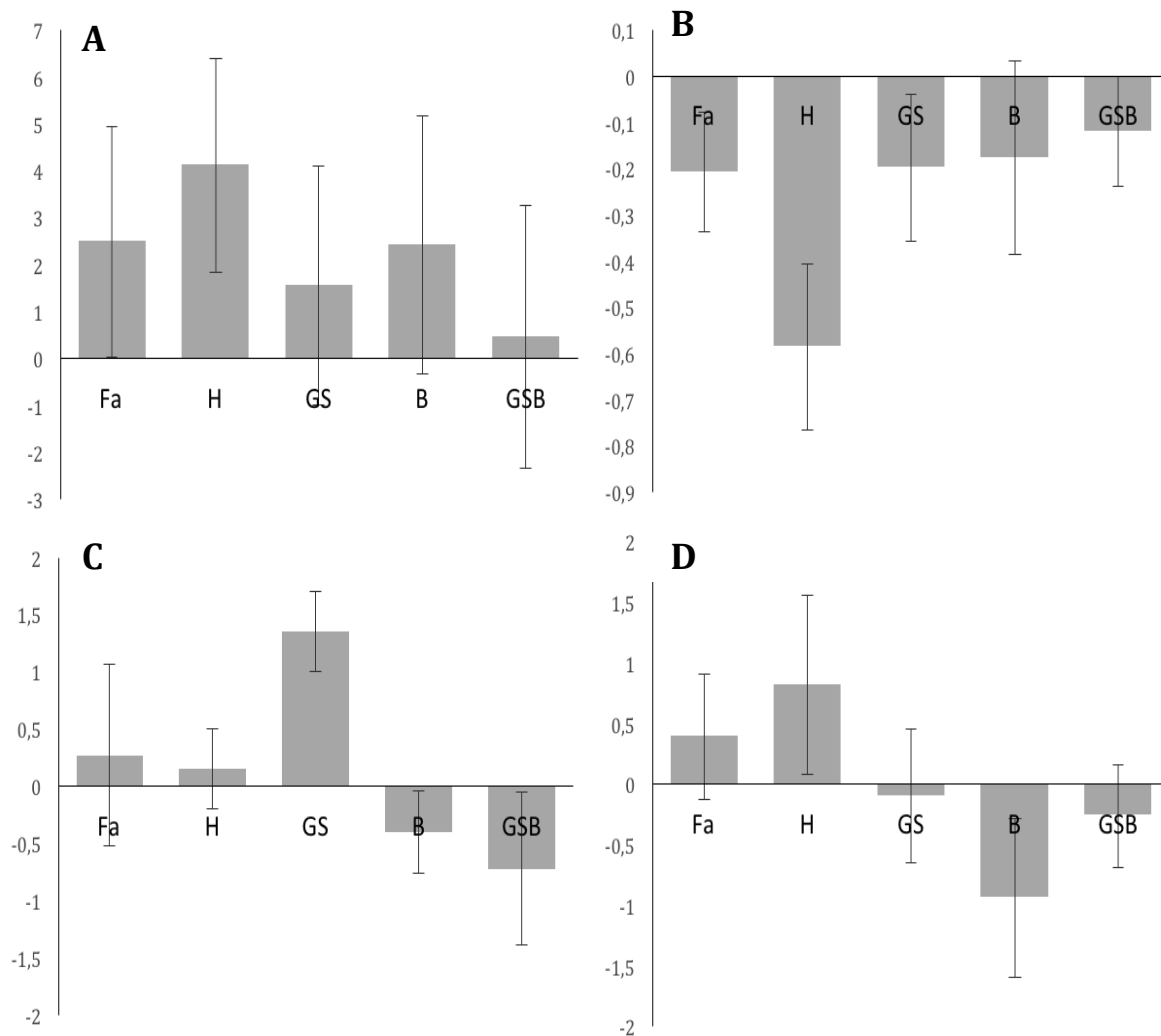


Figure 3: Differences in relative abundance (β parameters \pm standard errors) between control (crops without offset measure, intercept) and the current offset measures (Fa: Fallows) or the potential alternative offset measures (H: hedgerows, GS: grass strips, B: bushes, GSB: grass strips with bushes) for *Columba palumbus* (A), *Alauda arvensis* (B), *Circus spp* (transect, C), *Pipistrellus spp* (first visit, D). These species were selected to show the different ecological requirements. The results of the other species are shown in Supplementary material F.

Table 2: β parameters \pm standard errors (SE) and p-values from GLMM on species abundance for the 12 bird species and two harrier protocols. Crops without compensation measures (C) provided the intercept (i.e., the variable for which the parameter = 0). A positive (negative) parameter indicated that the modality presented a higher (lower) abundance than C.

Species	Modalities									
	Fallows		Hedgerows		Grass Strip		Bushes		Grass Strip with Bushes	
	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value
<i>Alauda arvensis</i>	-0.21 \pm 0.13	0.124	-0.59\pm0.18	0.001	-0.19 \pm 0.16	0.211	-0.18 \pm 0.21	0.407	-0.12 \pm 0.12	0.315
<i>Columba palumbus</i>	2.49 \pm 2.46	0.310	4.12 \pm 2.28	0.072	1.55 \pm 2.55	0.545	2.42 \pm 2.75	0.378	0.46 \pm 2.81	0.869
<i>Coturnix coturnix</i>	-0.39 \pm 0.61	0.525	-0.35 \pm 0.61	0.567	-0.25 \pm 0.56	0.656	-0.02 \pm 0.80	0.656	-0.76 \pm 0.61	0.209
<i>Emberiza calandra</i>	-0.34 \pm 0.47	0.471	-0.67 \pm 0.50	0.181	0.24 \pm 0.42	0.565	-0.84 \pm 0.63	0.564	-0.79 \pm 0.47	0.091
<i>Fringilla coelebs</i>	1.40\pm0.69	0.044	1.93\pm0.69	0.005	-0.37 \pm 0.90	0.678	NA	NA	0.07 \pm 0.77	0.923
<i>Hyppolais polyglota</i>	1.36 \pm 0.94	0.147	2.18\pm0.88	0.013	-0.04 \pm 1.25	0.979	1.25 \pm 1.14	0.272	1.06 \pm 0.93	0.255
<i>Linaria cannabina</i>	1.81 \pm 0.99	0.069	2.62\pm0.93	0.005	2.54\pm0.96	0.008	2.49\pm1.03	0.015	2.35\pm0.93	0.011
<i>Motacilla flava</i>	-1.12\pm0.35	0.001	-0.41 \pm 0.32	0.198	-0.67\pm0.31	0.031	-0.17 \pm 0.36	0.628	-0.35 \pm 0.28	0.206
<i>Perdix perdix</i>	-0.64 \pm 0.46	0.165	-0.73 \pm 0.49	0.136	-0.86 \pm 0.51	0.094	-0.75 \pm 0.68	0.268	-0.008 \pm 0.35	0.981
<i>Sylvia atricapilla</i>	2.04\pm0.98	0.037	2.09\pm0.98	0.034	1.25 \pm 1.02	0.223	NA	NA	0.89 \pm 1.03	0.387
<i>Sylvia sp</i>	2.06\pm0.84	0.014	1.35 \pm 0.87	0.123	-0.71 \pm 1.50	0.638	0.36 \pm 1.50	0.812	0.35 \pm 0.97	0.719
<i>Turdus merula</i>	0.41 \pm 0.72	0.565	1.48\pm0.56	0.008	0.81 \pm 0.61	0.192	-0.04 \pm 1.20	0.972	-0.35 \pm 0.79	0.657
<i>Circus spp.</i> (transect)	0.27 \pm 0.80	0.739	0.15 \pm 0.35	0.672	1.35\pm0.35	<0.001	-0.40 \pm 0.36	0.265	-0.72 \pm 0.67	0.281
<i>Circus spp.</i> (point)	-0.15 \pm 1.09	0.893	-0.91 \pm 0.56	0.102	1.03\pm0.43	0.015	0.16 \pm 0.43	0.715	-0.72 \pm 0.67	0.281

Table 3: β parameters \pm standard errors (SE) and p-values from a GLM of bat activity. Crops without compensation measures (C) provided the intercept (i.e., the variable for which the parameter = 0). A positive (negative) parameter indicated that the modality presented a higher (lower) bat activity than C.

Species	Modalities									
	Fallows		Hedgerows		Grass Strips		Bushes		Grass Strips with Bushes	
	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value	$\beta \pm SE$	p-value
First visit										
<i>Pipistrellus</i>	0.39 \pm 0.52	0.452	0.82 \pm 0.42	0.052	-0.10 \pm 0.56	0.861	-0.94 \pm 0.74	0.204	-0.26 \pm 0.65	0.689
<i>Eptesicus-Nyctalus</i>	-0.54 \pm 0.71	0.455	-0.42 \pm 0.71	0.555	1.64\pm0.52	0.001	-0.21 \pm 0.97	0.827	-0.20 \pm 0.75	0.792
<i>Plecotus-Myotis</i>	1.18 \pm 0.37	0.001	0.359 \pm 0.42	0.361	-1.16 \pm 0.74	0.119	-0.34 \pm 0.55	0.539	-0.19 \pm 0.51	0.709
Second visit										
<i>Pipistrellus</i>	0.42 \pm 0.54	0.440	-1.65 \pm 1.14	0.145	-1.28 \pm 0.85	0.132	0.10 \pm 0.59	0.865	-1.28 \pm 0.82	0.116
<i>Eptesicus-Nyctalus</i>	0.12 \pm 0.39	0.759	-0.12 \pm 0.39	0.758	0.15 \pm 0.39	0.703	-0.30 \pm 0.45	0.505	-1.93\pm0.89	0.031
<i>Plecotus-Myotis</i>	0.86 \pm 0.51	0.094	0.49 \pm 0.55	0.364	0.33 \pm 0.58	0.571	0.20 \pm 0.63	0.751	-0.41 \pm 0.74	0.577

3.3 Results from the different scenarios

From the three scenarios, 2 ha of fallow gave the highest plus-value of biodiversity (Table 4). From scenarios 1 and 2, hedgerow was the best potential alternative offset measure (320 m were ecologically equivalent to 2 ha of fallow), whereas in the third scenario, the grass strip was the best measure (260 m only, Table 4). We did not observe ecological equivalence concerning grass strip with bushes in scenario 3 because it induced a loss of biodiversity.

Table 4: a) Gain of biodiversity (bird and bat communities) for the current offset measure (fallow) and for potential alternative offset measures (hedgerows, grass strip, grass strip with bushes and bush) compared to crop without offset measure, according to different species weighting (scenario 1, 2 and 3). A negative number indicates a loss of biodiversity. b) Length of hedgerows, grass strip and grass strip with bushes and number of bushes needed to replace 2 ha of fallow, according to the gain of biodiversity previously calculated (Table 4, a) and to the species weighting (step four). -- indicates that the calculation could not be performed.

	<i>Site</i>	<i>Scenario 1</i>	<i>Scenario 2</i>	<i>Scenario 3</i>
<i>a) Gain or loss</i>	<i>Fallow</i>	4.58	4.59	1.69
	<i>Hedgerow</i>	1.43	1.42	0.44
	<i>Grass strip</i>	0.44	0.64	0.64
	<i>Grass strip with bushes</i>	0.12	0.001	-0.08
	<i>Bushes</i>	0.37	0.26	0.12
<i>b) Ecological equivalence with 2 ha of Fallow</i>	<i>Hedgerow</i>	320	320	390
	<i>Grass strip</i>	1040	710	260
	<i>Grass strip with bushes</i>	3800	248000	--
	<i>Bushes</i>	12	17	14

4 Discussion

The applied ecology problem in this study sought to find alternative offset measures to fallows based on field measures of biodiversity with a robust and transparent sampling design and with an explicit conceptual framework of species weighting. Our results showed that alternative offset measures less restrictive to farmers than fallows but equivalent from a biodiversity point of view are available.

We proposed a method using different scenarios based on the impact of wind turbines on species and their specialization as follows: (i) all species with the same weight, (ii) double weight for species identified as negatively impacted by wind farms or (iii) double weight for a selection of species identified by the stakeholder community as species of interest. The outcomes of these scenarios differed (Table 5). Hedgerows or grass strips were the alternative offset measures to implement for quantity. Little difference existed between scenario 1 and 2, but this is not negligible when dozens of wind turbines must be offset. It is important to note that these alternative measures are more sustainable over time than fallows.

The global, slightly negative trend of grass strip with bushes was surprising and showed that 2 ha of fallow is equal to a very large amount of grass strip with bushes (scenario 1 and 2, Table 5). In scenario 3, the grass strip with bushes resulted in a loss of biodiversity and it was impossible to calculate ecological equivalences (Table 5). One hypothesis is that the measured grass strips with bushes studied were not adequately managed, underlying the importance of considering management practices (Vickery, Feber, & Fuller, 2009). Another non-exclusive hypothesis is that grass strips with bushes are not suitable for hedge-nesting birds or for ground-nesting birds. Indeed, we found that hedge-nesting birds (*Fringilla coelebs*, *Hyppolais polyglotta*, and *Sylvia atricapilla*) showed a positive response to hedgerows (Table 3), whereas ground-nesting birds (*Alauda arvensis*) were negatively impacted by hedgerows, consistent with another published study (see Bas et al., 2009). This

indicates that bushes associated with grass strips do not attract hedge-nesting birds and repel ground-nesting birds. Finally, the weak attractiveness of grass strips with bushes may be linked to their age, highlighting the time lag effect. Maximizing ‘gains per unit area’ could be factored into their design according to the time it takes for offsets to actually achieve their target outcomes (Moilanen, Van Teeffelen, Ben-Haim, & Ferrier, 2009). At this stage of the study, it was difficult to determine the causes of the observed weak attractiveness of grass strip with bushes; therefore, it is desirable to conduct a study on the evolution of this attractiveness according to age.

From a more theoretical point of view, this research tested a conceptual framework for calculating ecological equivalences in the context of offsets. This work was conducted to assess the possibility of aggregating numerous species and assess the influence of species weighting on the final results. To our knowledge, there are few examples of assessments of ecological equivalences that take into account a large set of species, mainly from both bird and bat communities, and use species abundance or species presence as a metric. Most studies about ecological equivalence in the context of mitigation were based on habitat areas (Parkes, Newell, & Cheal, 2004; Moilanen, 2013; Laitila, Moilanen, & Pouzols, 2014), a selection of indicator species (Pilgrim et al. 2013; Gonçalves, Marques, Soares, & Pereira, 2015) or used species richness indices (Curran, Hellweg, & Beck, 2014). Moreover, gains and losses were quantified in biodiversity units, and not in offset units as is usually the case (Dauguet, 2015). The appropriation of results by local stakeholders was also a positive factor of our study (Reed, 2008). This partnership may be more used in the context of offset measures (see Quétier et al., 2015 for another example).

The limitations of this study are the relatively local scope, the assessment of spatial distribution of individuals sampled during a given year, and the small number of significant parameters found, which is likely linked to the decision to test many potential offset measures

and the number of replicates. Thus, we recognize that these results and particularly the assessment of species abundances are not transferable to other territories without caution, but the method used to calculate ecological equivalence could be easily transferred. A possible mitigation technique would be the use of robust ecological equivalence measures (i.e., based on a species abundance metric) in regulatory impact assessments before the launch of all development projects.

At this stage, our framework did not assess directly and completely the specific impacts of wind farms on biodiversity (i.e., lack of assessment of fatalities). If we had this information, a better approach than the arbitrary weight purposed here, a double weight for taxa negatively impacted by the wind farms in scenario 2 and 3, could be included directly in the weighting system to obtain a real estimate of wind farm impact. In addition, our framework did not include the influence of landscape structure on gains and losses in the ecological equivalence calculation. However, the importance of heterogeneity (Benton, Vickery, & Wilson, 2003) and connectivity (Hale, Fairbrass, & Sadler, 2012) of semi-natural elements in agriculture landscapes has been widely recognized as important for biological diversity (Marshall, 2002; Schippers et al. 2008). Indeed, the continuity of these elements is important for some species that use many edges (Limpens & Kapteyn, 1991). Further studies should integrate this spatial dimension and provide guidance to identify a location to implement offset measures.

5 Conclusion

Frameworks have been established to guide and frame the design of offset measures such that they achieve “no net loss” of biodiversity (BBOP 2012; Gardner et al., 2013). Ecological equivalences are thus calculated between the residual losses and gains of biodiversity, due to offset measures (Quétier & Lavorel, 2011). Residual losses because of wind turbines include habitat loss due to the avoidance of wind farms by bats and birds (Minderman, Pendlebury,

Pearce-Higgins, & Park, 2012) and barrier effects (Masden et al., 2009). These impacts should be perceived as a decrease of bird abundance (Pearce-Higgins, Stephen, Langston, Bainbridge, & Bullman, 2009.) or bat activity (Millon et al., 2015) in a way that the method presented here could be used to calculate ecological equivalences with the same unit of biodiversity (Dauguet, 2015). However, wind turbines are also responsible for mortality rates that may have an indirect consequence on the dynamics of terrestrial species (Kristan & Boarman, 2003). This mortality is difficult to assess and is currently underestimated (Kunz et al. 2007). At this stage, our method was not adapted to consider this mortality. A greater challenge is to identify a coherent approach to compensate for the mortality of migratory species. Indeed, a recent study showed that bat carcasses found under wind turbines in Germany had various origins, from near to eastern Europe (Lehnert et al., 2014). It is necessary to work on a larger scale for these species and to envisage methods for assessing ecological equivalence that allow for the analysis of cumulative effects resulting from several plans or projects within a region.

The final ecological equivalences found here were strongly dependent on the assessment selected, even from the same set of field data (Table 5). Strange et al. (2002) also found that design of the compensation in wetlands can vary by a factor of 3 depending on the indicator used. This scenario depends on the community of interest, underlining the legitimacy of stakeholders. This limitation is inherent in the application of mitigation in France, where the burden of designing and implementing mitigation is shifted down to local and regional authorities or to developers themselves, and with an approach based on each individual project (Quétier et al., 2014). As advocated by Quétier et al. (2014), in France, as in other countries, a dedicated set of organizations could be built around the application of mitigation to achieve higher levels of effectiveness. They can be supported by targeted scientific

research and a common method to calculate ecological equivalences that would also benefit from feedback on past and on-going applications (Quétier et al., 2014).

Competing interests and acknowledgements

This work was performed with technical and financial support of Agrosolutions and was funded by ENGIE Futures Energies. The authors certify that the funding source had no influence on the analysis or interpretation of the data. The authors declare that no competing interests exist. Moreover, in France, the assessment of loss and gain in the mitigation hierarchy is currently performed case-by-case by environmental consulting companies hired by developers (here, ENGIE Futures Energies). This study is only a prospective analysis on an innovative methodology and does not reflect the assessment of gains or losses or the designs of offsets proposed by wind farm developers.

We are grateful to the farmers that allowed us to perform this study on their farms and to the local partnerships (CPIE Pays de Soulaines, Fédération Régionale des Chasseurs de Champagne-Ardenne) that advised us throughout the study. We also thank Julien Robak for his help in the field.

References

- Arnett, E. B., Hein, C. D., Schirmacher, M. R., Huso, M. M. P., & Szewczak, J. M. (2013). Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. *PLoS ONE*, 8, 1–11.
- Balmford, A. & Bond, W. (2005) Trends in the state of nature and their implications for human well-being. *Ecology letters*, 8, 1218-1234.
- Bas, Y., Renard, M. & Jiguet, F. (2009) Nesting strategy predicts farmland bird response to agricultural intensity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134, 143–147.
- Becu, N., Neef, A., Schreinemachers, P. & Sangkapitux, C. (2008) Participatory Computer Simulation to Support Collective Decision-making: Potential and Limits of Stakeholder Involvement. *Land Use Policy*, 25, 498–509.
- Benton, T.G., Vickery, J.A. & Wilson, J.D. (2003) Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trend in Ecology and Evolution*, 18, 182–188.
- Bivand, R.S., Pebesma, E.J. & Gomez-Rubio, V. (2008) *Applied spatial data analysis with R*. Springer, New York, USA.
- Brook B.W., Sodhi N.S., Bradshaw C.J.A (2008) Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 23, 453-460.
- Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP) (2012). *Standard on Biodiversity Offset*. BBOP, Washington, D.C.
- Curran, M., Hellweg, S., & Beck, J. (2014) Is there any empirical support for biodiversity offset policy? *Ecological Applications*, 24, 617–632.
- Dauguet, B. (2015). Biodiversity offsetting as a commodification process: A French case study as a concrete example. *Biological Conservation*, 192, 533–540.
- Devictor, V. & Jiguet, F. (2007) Community richness and stability in agricultural landscapes: The importance of surrounding habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120, 179–184.
- Dormann, C.F., McPherson, J.M., Araújo, M.B., Bivand, R., Bolliger, J., Carl, G., Richard, G.D., Hirzel, A., Jetz, W., Kissling, W.D., Kühn, I., Ohlemüller, R., Peres-Neto, P.R., Reineking, B., Schröder, B., Schurr, F.M. & Wilson, R. (2007) Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*. 30, 609–628.
- European Commission (EC) (1992) Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora (EC Official Journal L206: 7-50). EC, Brussels.

European Commission (EC) (2007) Guidance on Habitats Directive Articles 12 and 16. <http://ec.europa.eu>. Accessed April 2013.

European Commission (EC) (2009) Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds (EC Official Journal L207: 7-25). EC, Brussels.

Filippi-Codaccioni, O. Devictor, V. Bas, Y. Clobert, J. Julliard, R. (2010a) Specialist response to proportion of arable land and pesticide input in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 143, 883-890

Filippi-Codaccioni, O. Devictor, V. Bas, Y. Julliard, R. (2010b) Toward more concern for specialisation and less for species diversity in conserving farmland biodiversity. *Biological Conservation* 143, 1493-1500

French Bat Monitoring Programme (FBMP) (2013) <http://vigienature.mnhn.fr/chauves-souris> Accessed April 2013.

Gardner, T.A., Von Hase, A., Brownlie, S., Ekstrom, J.M.M., Pilgrim, J.D., Savy C.E., Stephens, R.T.T., Treweek, J., Ussher, G.T., Ward, G. & Ten Kate, K. (2013) Biodiversity Offsets and the Challenge of Achieving No Net Loss. *Conservation Biology*, 27, 1254-1264.

Garvin, J.C., Jennelle, C.S., Drake, D. & Grodsky, S.M. (2011) Response of raptors to a windfarm *Journal of Applied Ecology*, 48, 199-209.

Gonçalves, B., Marques, A., Soares, A.M.V.D.M. & Pereira, H.M. (2015) Biodiversity offsets: from current challenges to harmonized metrics. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 61-67.

Hale, J.D., Fairbrass, A.J. & Sadler, J.P. (2012) Habitat Composition and Connectivity Predicts Bat Presence and Activity at Foraging Sites in a Large UK Conurbation. *PLoS ONE*, 7, e33300.

Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Jeromin, H. (2006) Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Jiguet, F., Devictor, V., Julliard, R. & Couvet, D. (2012) French citizens monitoring ordinary birds provide tools for conservation and ecological sciences. *Acta Oecologica*, 44, 58-66.

Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A. & Sarappo, S.A. (2003) Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *American Midland Naturalist*, 150, 332-342.

Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F. & Couvet, D. (2006) Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*, 9, 1237:1244.

- Kristan, W.B. & Boarman, W.I. (2003) Spatial pattern of risk of common raven predation on desert tortoises. *Ecology*, 84, 2432–2443.
- Kunz, T.H., Arnett, E.B., Cooper, B.M., Erickson, W.P., Larkin, R.P., Mabee, T. & Szewczak, J.M. (2007) Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. *Journal of Wildlife Management*, 71, 2449–2486.
- Kuvlesky, W.P., Brennan, L.A., Morisson, M.L., Boydston, K.K., Ballard, B.M. & Bryant, F.C. (2007) Wind Energy Development and Wildlife Conservation: Challenges and Opportunities. *Journal of Wildlife Management*, 71, 2487–2498.
- Laitila, J., Moilanen, A. & Pouzols, F.M.A. (2014) Method for calculating minimum biodiversity offset multipliers accounting for time discounting, additionality and permanence. *Methods In Ecology And Evolution*, 5, 1247-1254.
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I. & Voigt, C.C. (2014) Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS ONE*, 9, e103106.
- Limpens, H.J.G.A. & Kapteyn, K. (1991) Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, 29, 39-48.
- Marshall, E.J.P. (2002) Introducing field margin ecology in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89, 1–4.
- Masden, E.A., Hayden, D.T., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R. & Desholm, M. (2009) Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *Journal of Marine Science*, 66, 746-753.
- McGuinness K. A. (1984) Species–area curves. *Biological Reviews* 59(3): 423–440.
- McKenney, B.A. & Kiesecker, J.M. (2010) Policy Development for Biodiversity Offsets: A Review of Offset Frameworks. *Environmental Management*, 45, 165–176.
- 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.
- Minderman, J., Pendlebury, C.J., Pearce-Higgins, J.W. & Park, K.J. (2012) Experimental evidence for the effect of small wind turbine proximity and operation on bird and bat activity. *PloS One*, 7, e41177.
- Moilanen, A. (2013) Planning impact avoidance and biodiversity offsetting using software for spatial conservation prioritization. *Wildlife Research*, 40, 153-162.

- Moilanen, A., Van Teeffelen, A.J.A., Ben-Haim, Y. & Ferrier, S. (2009) How much compensation is enough? A framework for incorporating uncertainty and time discounting when calculating offset ratios for impacted habitat. *Restoration Ecology*, 17, 470–478.
- Newson, S.E., Evans, H.E. & Gilings, S. (2015) A novel citizen science approach for large-scale standardised monitoring of bat activity and distribution, evaluated in eastern England. *Biological Conservation*, 191, 38–49.
- Norrdahl, K. & Korpimäki, E. (1995) Effects of predator removal on vertebrate prey populations: birds of prey and small mammals. *Oecologia*, 103, 241–248.
- Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Langston, R. H. W., Bainbridge, I. P. and Bullman, R. (2009), The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology*, 46: 1323–1331.
- Penone, C., Le Viol, I., Pellissier, V., Julien, J-F., Bas, Y. & Kerbiriou, C. (2013) Assessing anthropogenic pressures on Orthoptera communities using large scale acoustic monitoring. *Conservation Biology*, 27, 979–987.
- Peste, F., Paula, A., Da Silva, L. P., Bernardino, J., Pereira, P., Mascarenhas, M., Costa, H., Vieira, J., Bastos, C., Fonseca, C., Pereira, M. J. 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.
- Pilgrim, J.D., Brownlie, S., Ekstrom, J.M.M., Gardner, T.A., Von Hase, A., Ten Kate, K., Savy, C.E., Stephens, R.T.T., Temple, H.J., Treweek, J., Ussher, G.T. & Ward G. (2013) A process for assessing the offsetability of biodiversity impacts. *Conservation Letters*, 6, 376–384.
- Parkes, D., Newell, G. & Cheal, D. (2004) The development and raison d'être of 'habitat hectares': A response to McCarthy et al. (2004). *Ecological Management & Restoration*, 5, 28-29.
- Quétier, F. & Lavorel, S. (2011) Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: key issues and solutions. *Biological Conservation*, 144, 2991-2999.
- Quétier, F., Regnery, B., & Levrel, H. (2014) No net loss of biodiversity or paper offsets? A critical review of the French no net loss policy. *Environmental Science & Policy*. 38, 120-131.
- Quétier, F., Moura, C., Menuit, T., Boulnois, R., & Rufay, X. (2015). La compensation écologique fonctionnelle: innover pour mieux traiter les impacts résiduels des projets d'aménagements sur la biodiversité. *Sciences Eaux et Territoire*, 17, 24–29.
- Reed M.S. (2008) Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation* 141: 2417–2431

- Regnery, B., Couvet, D. & Kerbirou, C. (2013) Offset measures and development projects: the conservation of protected species under the EU Birds and Habitats Directives. *Conservation Biology*, 27, 1335–1343.
- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Goodwin, J., Harbusch, C., 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series N°3. PNUE/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Germany.
- RTE 2014a http://www.rte-france.com/sites/default/files/panorama_des_energies_renouvelables_2014.pdf
- RTE 2014b http://www.rte-france.com/sites/default/files/2015_04_15_bilan_electrique_champagne-ardenne.pdf
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenström, A. (2010). Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12, 261–274.
- Schippers, P., Grashof-Bokdam, C.J., Verboom, J., Baveco, J.M., Jochem, R., Meeuwsen, H.A.M. & Van Adrichem, M.H.C. (2008) Sacrificing patches for linear habitat elements enhances metapopulation performance of woodland birds in fragmented landscapes. *Landscape Ecology*, 24, 1123–1133.
- Stahlschmidt, P. & Brühl, C.A. (2012) Bats as bioindicators – the need of standardized method for acoustic bat activity surveys. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 503-508.
- Staid, A. & Guikema, S.D. (2013) Statistical analysis of installed wind capacity in the United States. *Energy Policy*, 60, 378–385.
- Strange, E., Galbraith, H., Bickel, S., Mills, D., Beltman, D. & Lipton, J. (2002) Determining ecological equivalence in service-to-service scaling of salt marsh restoration. *Environmental management*, 29, 290-300.
- Therrien, J.-F., Gauthier, G., Korpimäki, E. & Bêty, J. (2014) Predation pressure by avian predators suggests summer limitation of small-mammal populations in the Canadian Arctic. *Ecology*, 95, 56–67.
- US Environmental Protection Agency & US Department of the Army (US EPA and DA) (1990) Memorandum of agreement between the Environmental Protection Agency and the Department of the Army concerning the determination of mitigation under the Clean Water Act Section 404(b)(1) guidelines
- Vickery, J.A., Feber, R.E. & Fuller, R.J. (2009) Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133, 1–13.

Annexes

Electronic supplementary material A: Study area and its economic and social context

Study area land cover context

Champagne-Ardenne is an agricultural region (Table S1) with agricultural land covering 68 % of the territory.

Table S1: Land use in France and Champagne-Ardenne as calculated from Corine Land Cover data.

Land-use	Champagne-Ardenne	Continental France
% impervious surface	4	6
% arable land	51	36
% permanent grassland	10	15
% woodland	29	31

French context of intensive agricultural landscape, wind farm and offset measures

Interest of intensive agricultural landscape for wind farm settlement

Wind farm installation in intensive agricultural landscapes and the associated research on offset measures are particularly interesting. Indeed, project developers attempt to install wind farms on agricultural land, particularly on arable land dominated by open fields (Staid & Guikema, 2013).

According to the reluctance of local people to install wind turbines near their homes (Eltham et al. 2008; Moragues-Faus and Ortiz-Miranda 2010), landscapes with a low density of human population are desirable.

Due to the low cover of semi-natural habitats and phytosanitary inputs, such intensive agricultural landscapes host a relatively low level of biodiversity and have little stake in biodiversity (Devictor & Jiguet, 2007).

Such modern intensive agricultural landscapes rarely cause issues for landscape heritage.

Constraints linked to intensive agricultural landscapes

Wind farm developers regularly failed to identify sufficient agricultural surfaces to convert into offsets.

The setting-aside of agricultural land is performed in a particular context, consumption of agricultural land and volatility of the agricultural market (Yang et al. 2001). Although in many countries, the agriculture land tends to extend over natural environments (MEA 2005), in some European countries, such as France, a reverse process occurs, in which farmland regresses due to increasing urbanization. In France, the average consumption of agricultural land by urbanization since 2000 is 40 000 to 90 000 ha per year according to the National Observatory of consumption of agricultural areas (ONCEA 2014). A new law for the future of agriculture, food and forestry was enacted on October 13, 2014 to protect agricultural land areas.

Furthermore, the great volatility in cereal prices and particularly high prices in the stock market during the past decade (Ott 2014) do not encourage farmers to commit themselves to medium-term contracts (5 years). Finally, market volatility greatly complicates the calculation of compensatory allowances (global evaluation performed over a period of 30 years) paid to farmers for fallowing of farmlands.

References

- Devictor V. and Jiguet F. (2007) Community richness and stability in agricultural landscapes: The importance of surrounding habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **120**, 179–184.
- Eltham, D.C., Harrison, G.P. & Allen, S.J. (2008) Change in public attitudes towards a Cornish wind farm: Implications for planning. *Energy Policy*, **36**, 23–33.
- Millenium Ecosystem Assesment (2005) *Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Moragues-Faus, A.M. & Ortiz-Miranda, D. (2010) Local mobilisation against windfarm developments in Spanish rural areas: New actors in the regulation arena. *Energy Policy*, **38**, 4232–4240.
- ONCEA 2014, <http://agriculture.gouv.fr>
- Ott H. (2014) Volatility in Cereal Prices: Intra- Versus Inter-annual Volatility. *Journal of Agricultural Economics*, **65**, 557-578.
- Staid, A. & Guikema, S.D. (2013) Statistical analysis of installed wind capacity in the United States. *Energy Policy*, **60**, 378–385.
- Yang, J., Haigh, M.S., Leatham, D.J. (2001) Agricultural liberalization policy and commodity price volatility: a GARCH application. *Applied Economics Letters*, **8**, 593-598.

Electronic supplementary material B: Details about explanatory variables

1 Distribution of habitat landscape around wind farm

Wind turbines studied were located in large open field with crop type characteristics of such intensive agriculture: sunflower, rape, corn. Agriculture land was the main cover around wind farm (90 % in a radius of 5 Km), woodland areas covered 8 % and urban areas covered 2% in a radius of 5 km.

2. Characteristics of current and potential alternative offset measures

Fallows (Fa) were areas that were mowed at most twice a year. Their average surface was 3 ± 0.7 ha, and they were 0.77 ± 0.06 m high. *Hedgerows* (H) were composed of approximately 15 shrub and tree species, mostly broad-leaved species (6 ± 0.7 m high). *Hedgerows* also included double rows of trees. On average, the sampled *hedgerows* were 557 ± 76 m long and 6.3 ± 1 m wide. *Grass strips* (GS) were 6.8 ± 0.8 m in width and 626 ± 47 m long. They were either sowed or left to grow naturally and mowed at most twice per year to avoid encroachment on fallow land. *Bushes* (B) consisted of a mix of 6 broad-leaved shrub species planted in the middle or at the edge of the crops. They were 7 ± 0.8 m long, 2.8 ± 0.2 m high and 3.9 ± 1.2 m wide. Similar *bushes* in longer stretches (17.7 ± 1.8 m long, 2.1 ± 0.1 m high and 2 ± 0.8 wide) were planted inside *grass strips* at 100-m intervals on average. The *grass strips with bushes* (GSB) were 5.3 ± 0.2 m wide and 757 ± 40 m long. They received the same management protocol as the *grass strips*.

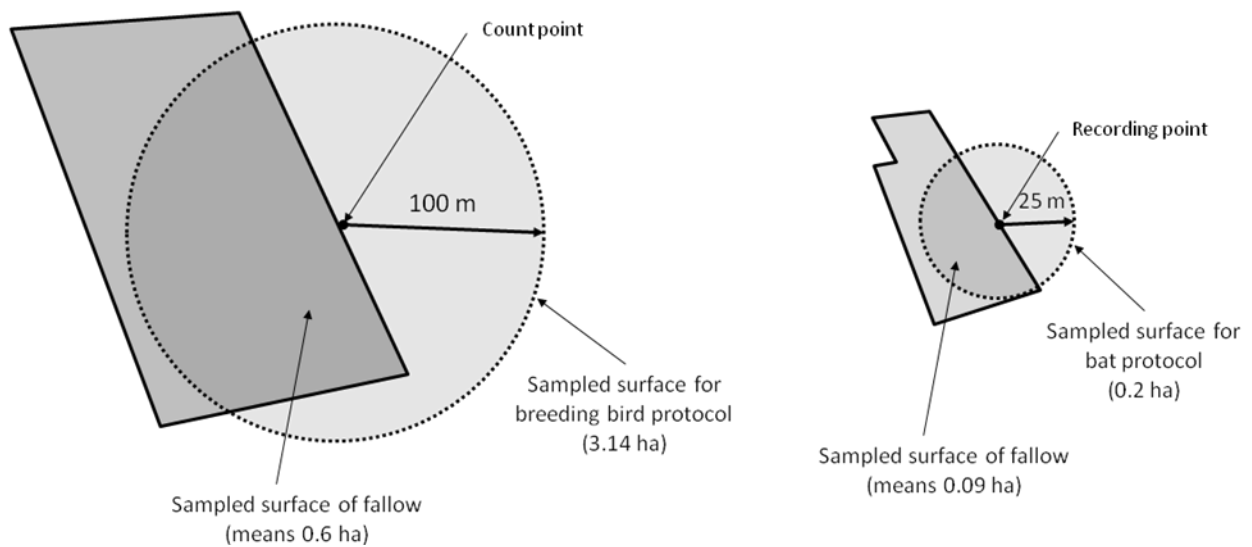
For the breeding bird protocol (counting the bird within a circle with a 100 m radius) and the bat protocol (counted bat passes in a circle with a 25 m radius), the sampled surfaces of each offset measure or crop without offset measure depended on their size and position of the

point. For the harrier protocol (counted the harrier in the entire site of interest), the sampled surfaces depended on the site's size. Here is a summary of the mean sampled surfaces of crops without offset measure and fallow or the mean of the sampled length of hedgerows, grass strips and grass strips with bushes (Table S1).

Table S1: average surfaces or lengths of different modalities sampled according to the protocol. The bushes have no length, and we considered one bush as one entity.

Modality	Bird inventory via count point	Harrier's protocol	Bat inventory via ultrasound recording
Control			
<i>Crops without offset measure</i>	3.14	18	0.2
Imposed offset measure			
<i>Fallows</i>	0.6	1.4	0.09
Alternative offset measures			
<i>Hedgerows</i>	155	560	46
<i>Grass strips</i>	168	577	49
<i>Grass strips with bushes</i>	157	800	46

Figure S1: example of sampled surface per site according to the breeding bird inventory via count point (left) and bat inventory via ultra-sound recording (right).



3. Distribution of habitat landscape characteristics among site types

To avoid biases due to the surrounding habitat, the habitat characteristics (i.e., continuous variables, including distance to nearest forest, distance to nearest river and distance to nearest urban area) were checked for homogeneity among site types (i.e., categorical variables were 6 categories) using Kruskal-Wallis tests. The distribution was assumed as homogeneous among site types when the resulting p -value > 0.05 (Table S2). Unfortunately, fallows were on average closer to forests, rivers or urban areas compared to the other site types. However, this is also representative of farming practices in the area, such that fallows are usually implemented in areas that are generally less accessible.

Table S2: Results of Kruskal-Wallis tests between distances to habitat features (on a log scale) and the different site types.

	Log(distance to nearest forest)	Log(distance to nearest river)	Log(distance to nearest urban area)
Birds survey			
ks	62.62	19.88	35.47
p-value	<0.001	0.001	<0.001
Bat survey, First visit			
ks	10.71	2.32	4.58
p-value	0.057	0.804	0.469
Bat survey, Second visit			
ks	4.45	2.00	7.08
p-value	0.486	0.849	0.215

4. Explanatory variables selection

4.1. Variable describing local field characteristics

In addition to the variable of interest (offset type), we included variables describing local field characteristics, which did not correlate with the site type. Local field characteristics within a 100-m buffer area were taken into account. The crops' mean height was noted in addition to the number and types of crops in the fields and the presence of farming trails and marginal strips of spontaneous herbaceous plants. Because those variables reflected the local landscape's heterogeneity, they may have affected species abundances. To avoid multicollinearity and possible confounding variables, we checked the possible links between field characteristics and site types (Table S3 & S4, Fig. S2). When field characteristics were continuous variables (number of different crops, number of different linear features and mean crop height), we used Kruskal-Wallis tests, and when field characteristics were categorical variables (beetroot presence, rape presence, cereal presence, intermediate crop, track presence and field margin presence), we used Chi² tests. Only variables with a p-value greater than 0.05 were retained for further analysis. To avoid over-parameterization, only 3 were included in the statistical models. We used hierarchical partitioning of variance (HP, R package hier.part, Fig. S2) to select those variables that explained the largest portion of the variance. This method is an analytical method using multiple regressions that allowed us to identify the most likely causal factors while alleviating multicollinearity problems (Mac Nally 2000).

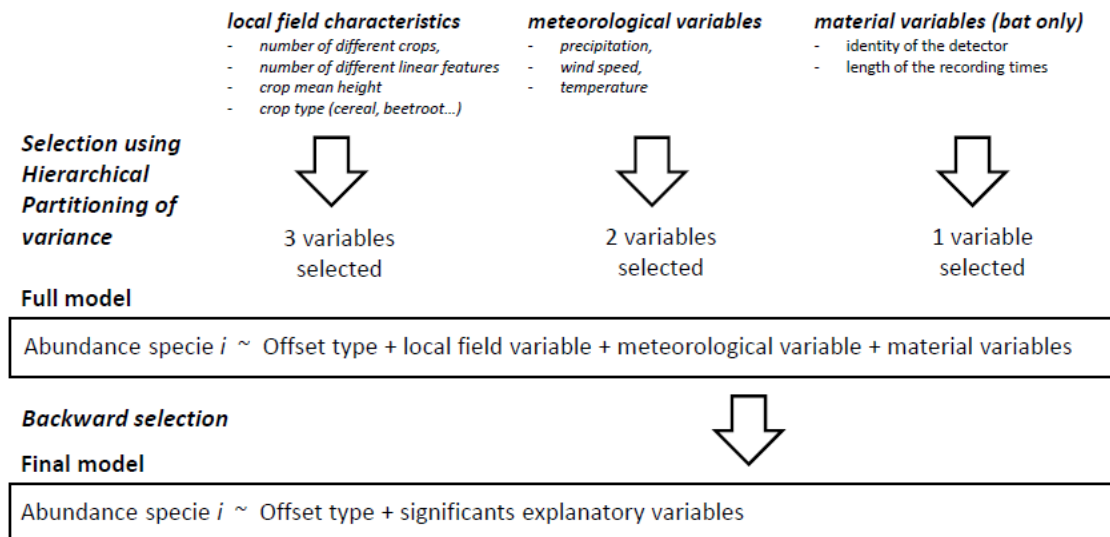
Table S3: Results of Kruskal-Wallis tests between local field characteristic variables and modalities.

	Number of different crops	Number of different linear features	Crops mean height
Birds survey			
ks	123.08	58.95	19.45
p-value	<0.001	<0.001	0.001
Bat survey, First visit			
ks	14.99	9.74	9.72
p-value	0.01	0.083	0.083
Bat survey, Second visit			
ks	16.5	9.08	16.9
p-value	0.005	0.106	0.004

Table S4: Results of Chi² tests between all factorial variables available and the different site types. Due to farming management practices within a season, some crops were not present at each visit. Rape and cereals were harvested between visits, whereas intermediate crops were sown after those crops.

	Beetroot presence	Rape presence	Cereal presence	Alfalfa presence	Intermediate crop	Track presence	Field margin presence
Birds survey							
χ^2	262.6	235.8	283.2	238.9	--	279.9	--
p-value	1	1	1	1	--	1	--
Bat survey, First visit							
χ^2	16.7	23.6	19.2	20.1	--	23.2	22.63
p-value	1	0.99	1	1	--	0.99	0.99
Bat survey, Second visit							
χ^2	14.8	--	--	18.5	20.9	22.8	23.7
p-value	1	--	--	1	0.99	1	1

Figure S2: explanatory variables selection



4.2. Weather conditions

We also assumed that the bird abundance or bat activity is affected by weather conditions (Ciechanowski et al. 2007; Bas, Renard, & Jiguet, 2009). Recordings were only performed when weather conditions were favorable, i.e., no rain and low wind speed (<7 m/s). In addition, we also recorded the precipitation, wind speed, temperature at 8 PM (for bat inventory) and cloud cover. The exact hour of the bird count was also noted, as well as the date, which was transformed into a numeric variable, i.e., a Julian date. To avoid a correlation between the sampling dates and site types, the sampling design switched between sampled site types over time. Among the meteorological variables, 2 were included in the models. The choice of variables was made after checking the correlation between them and performing a hierarchical partitioning of variance (Fig. S2). Some variables were correlated and were not included together in the models.

4.3. Variables linked to bat activity recordings

Finally, to avoid a correlation between the specific detector of ultrasounds and the site type, the three detectors were used to sample all site types in quasi-equal numbers. The identity of the detector used and the length of the recording times (night length) were noted. Among the variables related to the materials used, one was selected for inclusion in the models after the hierarchical partitioning of variance (Fig. S2).

4.4. Stepwise variable selection

All selected variables (local field characteristics, meteorological variables and material variables) were included in the full model. We removed those that did not have a significant effect one by one (Fig. S2). Our final models included the variable site type (offset type) in addition to the other variables that had a significant effect. In addition to the selection

procedure for the variables, which aimed to select variables of interest, avoid over-parameterizations and avoid including correlated explanatory variables, we evaluated multicollinearity in the explanatory variables of our final generalized linear models by calculating variance-inflation factors (VIF) on the full models (Fox and Monette 1992). All variables had $VIF < 2$.

References:

- Bas, Y., Devictor, V., Moussus, J.P. & Jiguet F. (2008) Accounting for weather and time-of-day parameters when analysing count data from monitoring programs. *Biodiversity and Conservation*, **17**, 3403-3416.
- Ciechanowski, M., Zajac, T., Bilas, A. & Dunajski, R. (2007) Spatiotemporal variation in activity of bat species differing in hunting tactics: effects of weather, moonlight, food abundance, and structural clutter. *Revue canadienne de zoologie*, **85**, 1249-1263.
- Fox, J. & Monette G. (1992) Generalized collinearity diagnostics. *Journal of the American Statistical Association*, **87**, 178–183.
- Mac Nally, R. (2000) Regression and model building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between and reconciliation of 'predictive' and 'explanatory' models. *Biodiversity and Conservation*, **9**, 655–671.

Electronic supplementary material C: Additional information concerning bat inventory

1 Protocol

Song Meters II detectors (Wildlife Acoustics) were used to automatically and directly record ultrasound while maintaining all characteristics of the original signals (Stahlschmidt & Brühl, 2012). Sites were sampled during two visits in 2013 following a similar protocol to that designed for the French Bat Monitoring Programme (FBMP 2013). The first visit, which was during the period in which females give birth and feed their offspring, was performed from late May to early July, and the second visit was performed from late August to late September. This second period coincides with a time when the young are already flying, individuals are suspected to be less dependent on their reproductive roost and dispersion and migration can occur for certain species. The detector's settings match those used by the French Bat Monitoring Programme (<http://vigienature.mnhn.fr/page/protocole-point-fixe>).

2. Bat activity measure

Because it is impossible to know the exact number of individuals foraging in an area, we used a bat activity metric instead (bat passes), calculated as the number of bat passes per night per group. A pass was defined as a single bat call or several bat calls emitted during a 5-second interval. If the calls were emitted for longer than 5 seconds, they were counted as supplementary passes according to a period of 5 s. For more technical details on bat monitoring and the 5-s interval compromise, see Millon, Julien, Julliard, & Kerbiriou, 2015.

3. The main relevant parameters used for bat identification:

Call duration (msec)

Time elapsed since the previous detection (msec)

Maximum frequency detected (Fmax, KHz)

Minimum frequency detected (Fmin, KHz)

Total bandwidth [Fmax - Fmin] (KHz)
Frequency at the strongest sound pressure level (KHz)
Location of dominant frequencies (% of total duration)
High end of characteristic (KHz) [similar to Fk]
Low end of characteristic (KHz) [similar to Fc]
Global slope of the call (KHz per msec)
Time of the heel or high Fc (percent of duration)
Upper slope [start to High Fc] (KHz per msec)
Lower slope [High Fc to Low Fc] (KHz per msec)
Fundamental frequency (KHz)
2nd harmonic frequency (KHz)
Curvature measurement as a way to characterize the shape of bat calls (see Jolly 1997).
Curve fit error parameter; a measurement of how much error exists between the curvature model and the actual shape of the call.

4. Composition and ecology of the bat group

Due to some overlap between acoustic repertoires and the difficulty in assigning the exact species for all bat calls, we constructed three groups, *Pipistrellus spp*, *Eptesicus-Nyctalus spp* and *Plecotus-Myotis spp*.

The *Pipistrellus* and *Eptesicus-Nyctalus* groups included aerial hawkers, which forage mostly on flying prey in open spaces; however, *Pipistrellus spp* forage at a lower altitude than *Eptesicus spp* and *Nyctalus spp* (Holderied and Von Helversen 2003; Schnitzler *et al.* 2003; Rydell 2006; Dietz *et al.* 2009). By contrast, the *Plecotus-Myotis* group included gleaner species, which capture the majority of their prey from the soil and tree substrates between the ground and the canopy in cluttered environments (Arlettaz *et al.* 2001; Swift and Racey 2002; Dietz *et al.* 2009). The three groups also exhibited consistency with respect to detection distance. The *Plecotus-Myotis sp* was detected from 5 to 15 m, the *Pipistrellus sp* from 20 to 25 m and the *Eptesicus-Nyctalus sp* from 30 to 100 m (Barataud 2012).

References

- Arlettaz, R., Jones, J. & Racey, P.A. (2001) Effect of acoustic clutter on prey detection by bats. *Nature*. **414**, 742-745.
- Barataud, M. (2012) Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris.
- Dietz, C., Helversen, O., von, Nill, D. (2009) L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord : Biologie, caractéristiques, protection. Delachaux et Niestlé, Paris.
- French Bat Monitoring Programme (FBMP) 2013, <http://vigienature.mnhn.fr/chauves-souris>
- Holderied, M.W. & Von Helversen, O. (2003) Echolocation range and wingbeat period match in aerial-hawking bats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. **270**, 2293-2299.
- 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.
- Rydell, J. (2006) Bats and their insect prey at streetlights. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (eds Rich, C., Longcore, T.), pp. 43-60. Island Press, Washington, D.C..
- Schnitzler, H.U., Moss, C.F. & Denzinger, A. (2003) From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology & Evolution*. **18**, 386–394.
- Stahlschmidt, P. & Brühl, C.A. (2012) Bats as bioindicators – the need of standardized method for acoustic bat activity surveys. *Methods in Ecology and Evolution*. **3**, 503-508.
- Swift, S. & Racey, P. (2002) Gleaning as a foraging strategy in Natterer's bat *Myotis nattereri*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. **52**, 408-416.

Electronic supplementary material D: List of bird and bat species contacted

List of the 74 bird species contacted within 100 m from the observer with the point count protocol and the % abundance. Species in bold are those observed in more than 5 % of point counts.

Species	% of abundance	Species	% of abundance
<i>Accipiter nisus</i>	0.03	<i>Lanius collurio</i>	0.19
<i>Acrocephalus palustris</i>	0.03	<i>Linaria cannabina</i>	4.79
<i>Aegithalos caudatus</i>	0.06	<i>Locustella naevia</i>	0.03
<i>Alauda arvensis</i>	25.10	<i>Lophophanes cristatus</i>	0.03
<i>Anthus pratensis</i>	0.03	<i>Lullula arborea</i>	0.06
<i>Anthus trivialis</i>	0.61	<i>Luscinia megarhynchos</i>	0.77
<i>Apus apus</i>	0.13	<i>Motacilla alba</i>	0.74
<i>Ardea cinerea</i>	0.03	<i>Motacilla flava</i>	15.43
<i>Asio otus</i>	0.03	<i>Muscicapa striata</i>	0.16
<i>Burhinus oedichnemus</i>	0.26	<i>Oenanthe oenanthe</i>	0.39
<i>Buteo buteo</i>	0.03	<i>Oriolus oriolus</i>	0.16
<i>Carduelis carduelis</i>	0.96	<i>Parus major</i>	0.23
<i>Chloris chloris</i>	0.32	<i>Passer domesticus</i>	0.39
<i>Circus aeruginosus</i>	0.06	<i>Perdix perdix</i>	5.85
<i>Circus cyaneus</i>	0.06	<i>Periparus ater</i>	0.48
<i>Circus pygargus</i>	0.19	<i>Phasianus colchicus</i>	0.16
<i>Coloeus monedula</i>	0.51	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	0.03
<i>Columba livia</i>	2.35	<i>Phylloscopus collybita</i>	0.84
<i>Columba palumbus</i>	6.30	<i>Phylloscopus trochilus</i>	0.48
<i>Corvus corone</i>	1.48	<i>Pica pica</i>	0.10
<i>Corvus frugilegus</i>	2.19	<i>Poecile palustris</i>	0.03
<i>Coturnix coturnix</i>	1.45	<i>Prunella modularis</i>	0.23
<i>Crex crex</i>	0.06	<i>Riparia riparia</i>	0.06
<i>Cuculus canorus</i>	0.10	<i>Saxicola rubetra</i>	0.26
<i>Cyanistes caeruleus</i>	0.29	<i>Saxicola rubicola</i>	0.39
<i>Delichon urbicum</i>	0.16	<i>Sitta europaea</i>	0.03
<i>Dendrocopos major</i>	0.03	<i>Spinus spinus</i>	0.10
<i>Dryocopus martius</i>	0.06	<i>Streptopelia decaocto</i>	0.06
<i>Emberiza calandra</i>	7.97	<i>Streptopelia turtur</i>	0.35
<i>Emberiza citrinella</i>	0.35	<i>Sturnus vulgaris</i>	1.25
<i>Erithacus rubecula</i>	0.16	<i>Sylvia atricapilla</i>	2.6
<i>Falco tinnunculus</i>	0.71	<i>Sylvidae sp</i>	1.67
<i>Falco subbuteo</i>	0.03	<i>Troglodytes troglodytes</i>	0.55
<i>Fringilla coelebs</i>	2.86	<i>Turdus merula</i>	1.70
<i>Garrulus glandarius</i>	0.03	<i>Turdus philomelos</i>	0.32
<i>Hirundo rustica</i>	1.48	<i>Turdus viscivorus</i>	0.03
<i>Hyppolais polyglotta</i>	2.15	<i>Vanellus vanellus</i>	0.03

List of the bat species contacted and the % abundance in their respective group.

Group of bat species	% of the total number of bat passes	Species composing each group	% of the number of the group passes
Pipistrellus	93	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	78
		<i>Pipistrellus nathusii</i>	0.2
		<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.1
		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0.1
		Unknown <i>Pipistrellus</i> sp	21.6
Eptesicus-Nyctalus	4	<i>Nyctalus noctula</i>	10
		<i>Nyctalus leisleri</i>	8
		<i>Eptesicus serotinus</i>	3
		Unknown <i>Eptesicus-Nyctalus</i> sp	79
Plecotus-Myotis	3	<i>Plecotus auritus</i> & <i>Plecotus austriacus</i>	23
		<i>Myotis myotis</i>	7
		<i>Myotis nattereri</i>	6
		<i>Myotis bechsteinii</i>	1
		<i>Myotis daubentonii</i>	1
		Unknown <i>Myotis</i> sp	62

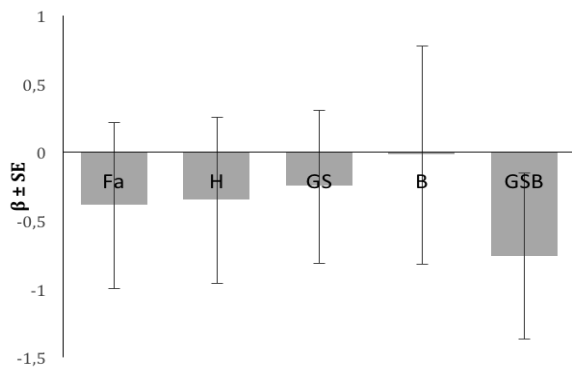
Electronic supplementary material E: Difference of taxa abundance in crops under wind turbines and crops without wind turbines

β parameters \pm standard errors (SE) and p-values from mixed generalized linear models on species abundance for the 12 bird species observed in more than 5 % of the count points and from the generalized linear model of bat activity. Bird species abundance and bat activity were compared between crops without compensation measures (C, used as the intercept) and crops under a wind farm (CWT). A positive (negative) parameter indicated that the bird abundance or bat activity was higher (lower) under the wind turbine farm than outside. Taxa that had a negative parameter less than SE were considered as impacted by the wind farming in scenarios 2 and 3. These taxa are in bold in the table.

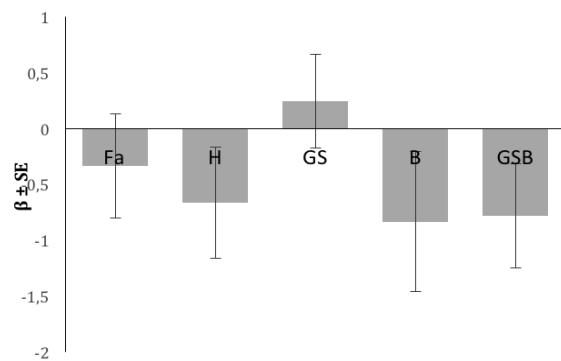
	$\beta \pm SE$	p-value
Bird species		
<i>Alauda arvensis</i>	-0.03 \pm 0.14	0.829
<i>Columba palumbus</i>	-0.06 \pm 2.07	0.975
<i>Coturnix coturnix</i>	-2.83\pm1.03	0.006
<i>Emberiza calandra</i>	-0.07 \pm 0.34	0.847
<i>Fringilla coelebs</i>	-1.98\pm1.02	0.051
<i>Hypolais polyglota</i>	0.49 \pm 0.79	0.533
<i>Linaria cannabina</i>	0.12 \pm 0.99	0.901
<i>Motacilla flava</i>	-0.02 \pm 0.24	0.935
<i>Perdix perdix</i>	0.52 \pm 0.34	0.132
<i>Sylvia atricapilla</i>	-1.99\pm1.76	0.259
<i>Sylvia sp</i>	0.79 \pm 0.85	0.356
<i>Turdus merula</i>	-1.37\pm0.87	0.114
Bat groups		
<i>Eptesicus-Nyctalus sp</i> (1 st visit)	-1.08 \pm 1.15	0.346
<i>Myotis-Plecotus sp</i> (1 st visit)	-0.22 \pm 0.49	0.656
<i>Pipistrellus sp</i> (1 st visit)	-0.59 \pm 0.64	0.355
<i>Eptesicus-Nyctalus sp</i> (2 nd visit)	-0.55\pm0.39	0.156
<i>Myotis-Plecotus sp</i> (2 nd visit)	-0.03 \pm 0.56	0.962
<i>Pipistrellus sp</i> (2 nd visit)	-0.56 \pm 0.69	0.414

Electronic supplementary material F: Differences in relative abundance (β parameters \pm standard errors) between control (crops without offset measure, intercept) and the current offset measures (Fa: Fallows) or the potential alternative offset measures (H: hedgerows, GS: grass strips, B: bushes, GSB: grass strips with bushes) for the other species.

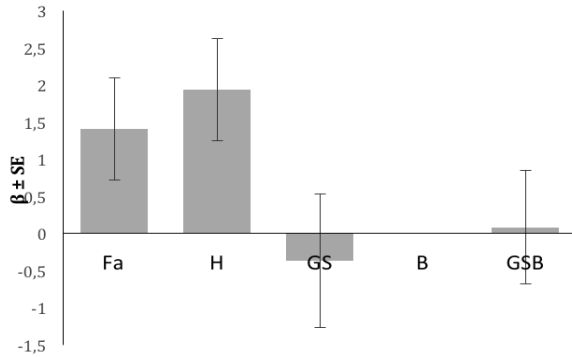
Coturnix coturnix:



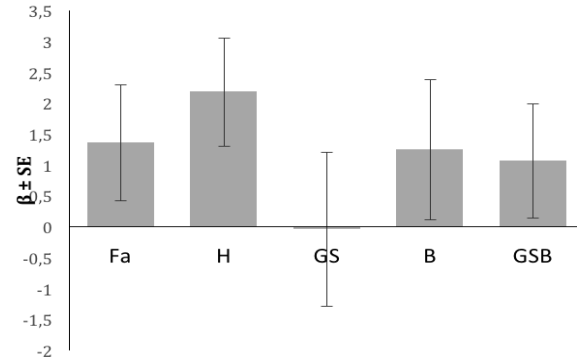
Emberiza calandra:



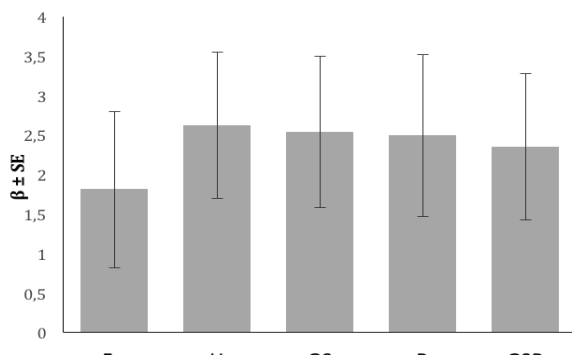
Fringilla coelebs:



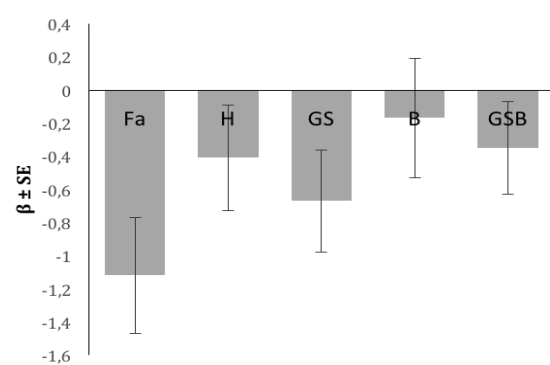
Hypolais polyglota:



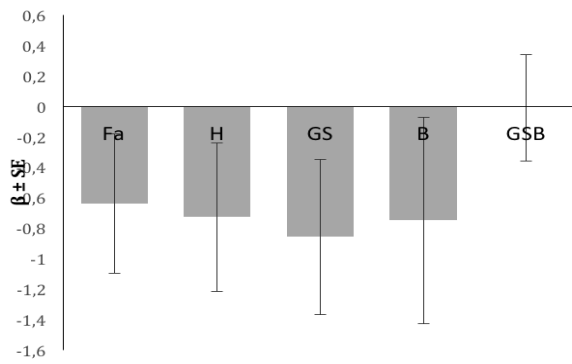
Linaria cannabina:



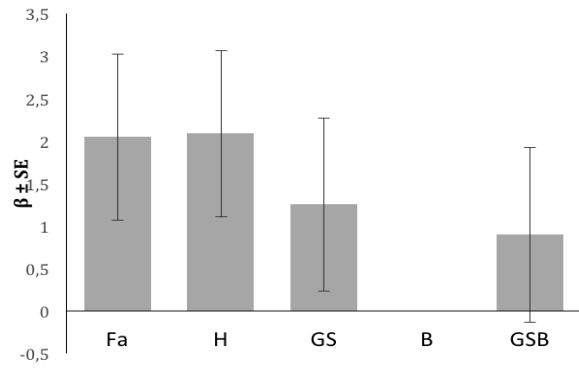
Motacilla flava:



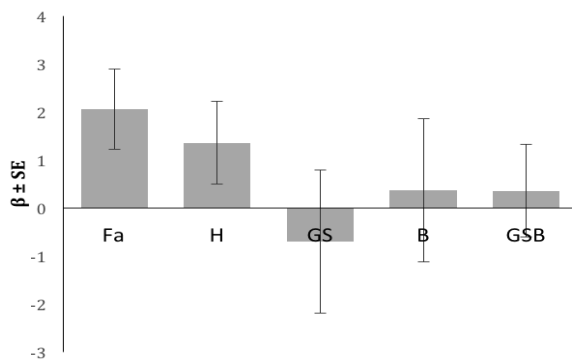
Perdix perdix:



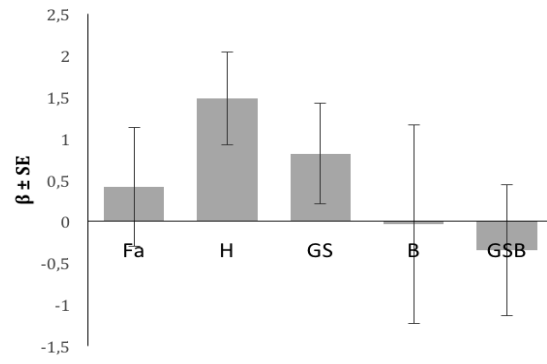
Sylvia atricapilla:



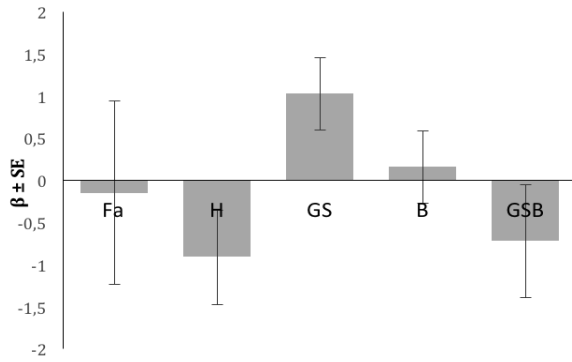
Sylvia sp.:



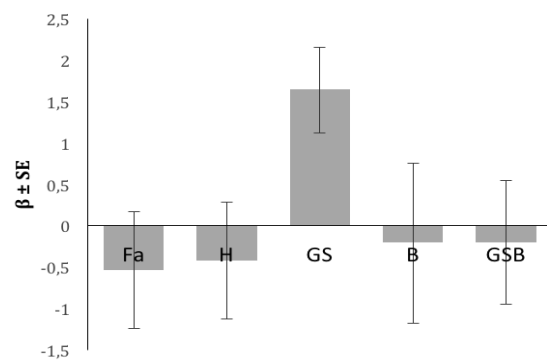
Turdus merula:



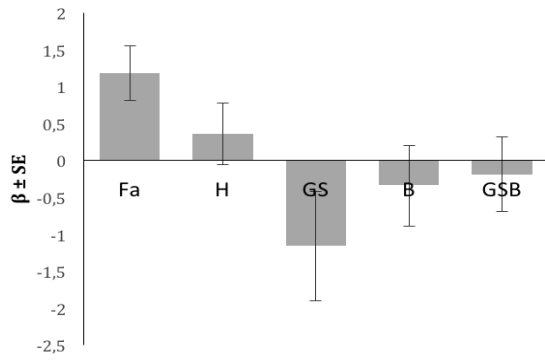
Circus spp. (point) :



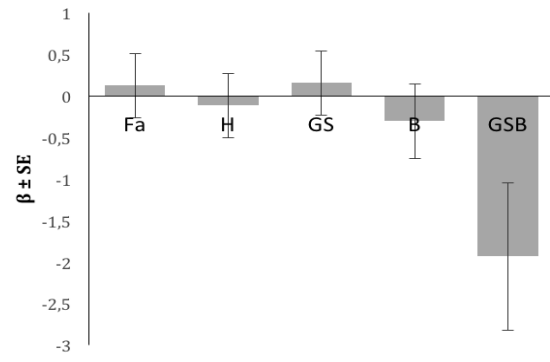
Eptesicus-Nyctalus sp (1st visit):



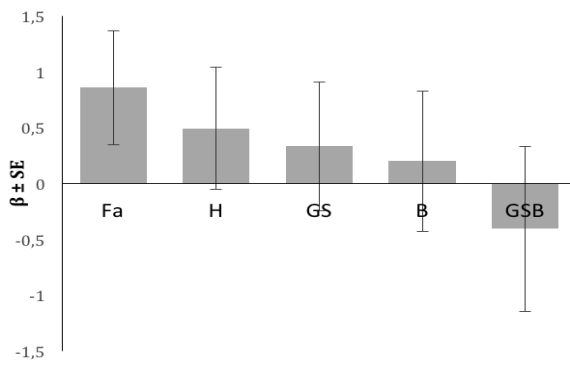
Myotis-Plecotus sp (1st visit):



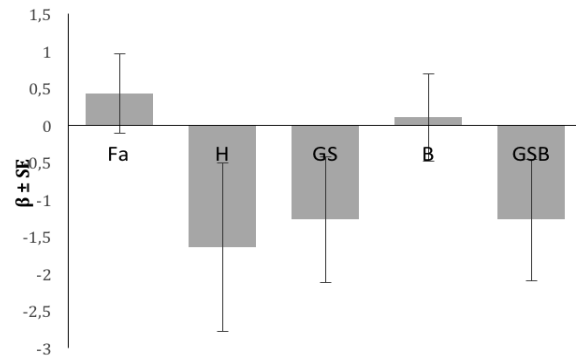
Eptesicus-Nyctalus sp (2nd visit) :



Myotis-Plecotus sp (2nd visit):



Pipistrellus sp (2nd visit):



Vers d'autres formes de compensation : les changements de pratiques agricoles

L'étude précédente démontre que des mesures alternatives moins contraignantes et toutes aussi efficaces pour la biodiversité, peuvent remplacer une mesure difficile à mettre en place en milieu agricole pour des raisons d'acceptabilité socio-économique. La méthode proposée, intégrant toutes les espèces d'oiseaux et de chiroptères d'un site, permet ainsi de calculer la quantité de mesures alternatives nécessaires pour atteindre le même gain écologique que la mesure à l'origine du blocage, qui reste toujours dans ce cas d'étude la mesure optimale à surface/linéaire égale. Cette méthode prend tout son sens dans les cas d'études où il est nécessaire de compenser plusieurs espèces simultanément, permettant d'optimiser le gain apporté par la mesure à un maximum d'espèces. La construction du calcul permet d'explicitier en toute transparence les pondérations entre les différentes composantes de la biodiversité, en donnant par exemple un poids plus important aux espèces sensibles à l'éolien, ou plus de poids à la période reproduction. Cette forte modularité en fonction du type de projet permet de co-construire, étape par étape, un arbitrage avec les différentes parties prenantes et ainsi éviter les situations de blocages. La méthode développée pour résoudre ces blocages mériterait cependant d'être validé dans d'autres contextes socio-économiques et par des études orientées sciences humaines et sociales. Dans le cas d'étude de l'article 3, un comité de pilotage pour un projet de parc éolien avait été élaboré suite à la situation de blocage sur les mesures compensatoires de 2 ha de jachère par éolienne imposées par l'autorité environnementale. Ce comité réunissait le monde agricole, la fédération des chasseurs, les associations de protection de la nature et l'autorité environnementale, et a ensuite mandaté le Muséum National d'Histoire Naturelle pour produire des mesures alternatives et acceptables pour l'ensemble des parties prenantes. Les solutions ont ensuite été proposées à l'autorité environnementale

pour finalement être appliquées sur tous les projets éoliens. Cependant ce cas particulier a été très coûteux en termes de temps d'animation et de pilotage, et en terme économique avec d'importants moyens expérimentaux. De ce fait, l'étude préalable des alternatives possibles en compensation, et la possibilité de généraliser leurs bénéfices à un maximum de contextes paraît indispensable pour gagner en efficacité et effectivité de mise en place des mesures.

Cependant, la situation française actuelle de la compensation est insatisfaisante du point de vue de la biodiversité (Quétier & Lavorel 2011), et ceci est en partie lié à des problèmes méthodologiques au sujet de la qualification et la quantification de la biodiversité (Quétier & Lavorel 2011). En effet, la doctrine ERC française n'aborde pas les bases scientifiques nécessaires pour atteindre l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité (par exemple les indicateurs à utiliser, les ratios d'équivalence, les décalages temporels entre l'effectivité de la compensation et l'impact). La doctrine n'aborde pas non plus les dispositions institutionnelles requises (par exemple l'individualité de la compensation ou non, la nécessité ou non de bancariser les habitats, les prix de compensation), dont la conception est transférée aux autorités environnementales locales et régionales rendant la compensation d'une qualité hétérogène et au cas par cas (Quétier, Regnery & Levrel 2014). De plus la doctrine ERC prône une compensation spatialement et écologiquement la plus proche possible de l'aire impactée (McKenney & Kiesecker 2010). Cependant, cela constitue une limite dans le cas du milieu agricole, car il est difficile de convertir des terres productives en mesures compensatoires ou d'accompagnement. Il est donc nécessaire de trouver des leviers de compensation complémentaires, pouvant par ailleurs être bénéfiques aux espèces défavorisées par l'essentiel des mesures d'infrastructures agroécologiques étudiées précédemment, telle que l'Alouette des champs.

Parmi les possibilités de création de mesures apportant des gains écologiques dans un paysage agricole intensif, en dehors des infrastructures agroécologiques, les changements de pratiques

agricoles peuvent fournir de réelles plus-values. De telles mesures constitueraient un réel changement de paradigme. En effet, contrairement aux infrastructures agroécologiques, les pratiques agricoles concernent la matrice et non plus un « saupoudrage » d'éléments souvent linéaires ou ponctuels annexes. Ainsi chaque bénéfice apporté à la biodiversité, même moindre, pourra rapidement générer des effets cumulés importants à l'échelle des paysages. L'objectif premier sera donc d'utiliser les changements de pratiques les moins contraignants, et donc acceptables n'engendrant pas de pertes de rendement, ainsi que les plus efficaces possible sur la biodiversité. Certaines composantes de l'agriculture conventionnelle, notamment la simplification du travail du sol, semblent très intéressantes pour la biodiversité. En effet, l'arrêt du labour (nommé « non labour »), c'est-à-dire du retournement du sol sur une profondeur plus ou moins importante, est connu pour affecter positivement la biodiversité, que ce soit celle du sol (micro-organismes, mésofaune et macrofaune), les arthropodes, la flore, les oiseaux ou les mammifères (Holland 2004 ; Tamburini et al. 2016). Cependant, il existe une grande diversité de possibilités pour réaliser le non labour, engendrant des pratiques différentes au sein des systèmes agricoles (Kladivko 2001 ; Hobbs et al. 2008). Le fait de ne plus retourner le sol engendre une quantité plus importante de végétation spontanée au sein des parcelles, que l'agriculture moderne s'efforce de minimiser, et beaucoup de possibilités existent pour les contrôler (Brouder & Gomez-Macpherson 2014). En effet certains agriculteurs préfèrent réaliser plusieurs travaux superficiels du sol, et d'autres en feront moins en utilisant plus d'herbicides pour minimiser le nombre de passages de désherbage mécanique sur la parcelle. Ces choix sont le plus souvent guidés par des aspects économiques, le travail du sol pouvant être très coûteux en carburant sur certains sols, et le type de sol ainsi que les conditions météorologiques pouvant parfois restreindre les possibilités de multiplier les passages sur la parcelle (Pannell et al. 2014 ; Ward et al. 2018). De ce fait, le non labour est un choix de l'agriculteur, mais qui engendre des pratiques

agricoles adaptées au contexte local et économique. Les études scientifiques s'intéressant aux effets du travail du sol sur la biodiversité intègrent rarement ces variations, en étudiant de façon macroscopique le non labour sous le terme général de labour de conservation, ce qui conduit parfois à une absence de consensus dû à des effets opposés sur la biodiversité (Flickinger & Pendleton 1994 ; Lokemoen & Beiser 1997 ; Shutler et al. 2000 ; Filippi-Codaccioni et al. 2009). Par exemple, Filippi-Codaccioni et al. (2009) dénombreaient significativement moins d'oiseaux spécialistes du milieu agricole dans les parcelles de non labour qu'en labour conventionnel. Cela est également le cas pour l'Alouette hausse-col dans l'étude de Flickinger & Pendleton (1994), contrairement aux deux autres études (Lokemoen & Beiser 1997 ; Shutler et al. 2000). La variation des pratiques associées à l'absence de labour peut donc être la source de ce non consensus, et notamment l'intensité du travail du sol et la quantité d'herbicide. Ceci est d'autant plus intéressant qu'en France, la quantité de pesticides utilisés pourrait être significativement diminuée sans affecter la productivité et la marge brute des agriculteurs (Lechenet *et al.* 2017). Vis-à-vis des pesticides, il existe donc une réelle marge de sécurité en termes de revenu agricole, suggérant la faisabilité d'un changement des pratiques agricoles, impliquant une modification des pratiques associées au non labour tel que le mode de gestion de la végétation spontanée.

Au-delà du non labour, l'impact des pratiques agricoles chez les chiroptères est aujourd'hui encore non étudié ou presque, à l'exception de trois études comparant l'agriculture biologique et conventionnelle (Wickramasinghe et al. 2003 ; Fuller et al. 2005 ; Pocock & Jennings 2008), alors que l'étude de l'impact de ces pratiques revêt de fort enjeux sur ce taxon. Au-delà des enjeux de conservation (Voigt & Kingston 2016), les chiroptères, en tant que taxon insectivore, jouent un rôle fonctionnel probablement clé dans la régulation des populations d'arthropodes (Wickramasinghe et al. 2004 ; Charbonnier et al. 2014 ; Maine & Boyles 2015). L'étude de l'activité des chiroptères dans le paysage constitue ainsi une mesure

fonctionnelle indicatrice de la ressource alimentaire disponible (Wickramasinghe et al. 2004 ; Charbonnier et al. 2014 ; Maine & Boyles 2015). En effet durant leur période d'activité nocturne les chiroptères, contrairement aux oiseaux, sont peu liés à un territoire de reproduction et n'ont pas de contraintes de territorialité, leur permettant de sélectionner leurs sites d'alimentation en fonction de la ressource. L'étude des chiroptères constitue donc une mesure indicatrice d'un niveau trophique élevé possédant un pouvoir discriminant dans la comparaison de modalités agricoles par exemple. Cela renforce l'intérêt d'étudier chez ce taxon l'impact de l'intensification du travail du sol, et de l'utilisation d'herbicides pouvant limiter le développement des plantes hôtes de proies potentielles. L'étude de ces aspects a donc pour objectif de mettre en évidence les gains écologiques qui pourraient servir de compensation dans le cadre d'implantation d'éoliennes en milieu agricole. Pour répondre à ces questions j'ai donc conduit une expérimentation basée sur la comparaison de l'activité en chiroptères entre 4 systèmes agricoles en cultures de blé dans un même paysage homogène, en plaçant les enregistreurs acoustiques en cœur de parcelle pour minimiser l'effet bordure et sur des nuits complètes. Les 4 systèmes étaient répartis parmi 19 parcelles contiguës. Globalement les systèmes étaient soit caractérisés par un labour en agriculture biologique (12 sites échantillonnés), soit un labour en agriculture conventionnelle (21 sites échantillonnés), soit un non labour en agriculture conventionnelle avec 3 passages d'herbicides (18 sites échantillonnés) ou soit un non labour en agriculture conventionnelle avec 2 passages d'herbicides (13 sites échantillonnés). Chaque nuit plusieurs sites dans chaque système étaient échantillonnés simultanément. Les résultats montrent que l'activité en chiroptères est toujours 3.6 à 9.3 fois plus forte en labour biologique que dans le cas d'un labour conventionnel et d'un non labour comportant 3 passages d'herbicides. De même, l'activité dans le non labour avec 2 passages d'herbicides seulement était 6.9 fois supérieure en moyenne au labour conventionnel, et comparable à celle du labour biologique. L'activité dans le non labour avec

2 passages d'herbicides était significativement plus élevée que dans le non labour avec 3 passages d'herbicides, mais pour un seul genre. Ces résultats soulignent des différences très importantes dans la quantité d'activité en chiroptères entre les systèmes, avec un bénéfice particulièrement élevé apporté par l'agriculture biologique. Ils révèlent également les contrastes qui existent entre les 3 systèmes conventionnels étudiés, avec des effets particulièrement négatifs à la fois de l'augmentation du travail du sol et du nombre de passages d'herbicides. Le résultat fort de cette étude est que des gains très importants pour les chiroptères peuvent être atteints en non labour en supprimant un herbicide sur trois seulement, permettant même de se rapprocher du gain apporté par l'agriculture biologique, ce qui ouvre des perspectives intéressantes.

Article 4

Tillage and herbicide reduction mitigate the gap between conventional and organic farming effects on foraging activity of insectivorous bats.

Kévin Barré^{1,2}, Isabelle Le Viol¹, Romain Julliard¹, François Chiron³, Christian Kerbiriou¹

¹ Muséum national d'Histoire naturelle, Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France

² Agrosolutions, 83 Avenue de la Grande Armée, 75782 Paris, France

³ Ecologie Systématique Evolution, AgroParisTech, CNRS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay. 91400 Orsay, France

Corresponding author:

Kévin Barré

kevin.barre@edu.mnhn.fr

Phone: 01 40 79 38 31

Keywords: chiroptera, farming practices, farmland biodiversity, pesticides, ploughing, weed control.

Abstract

The increased use of pesticides and tillage intensification are known to negatively affect biodiversity. Changes in these agricultural practices such as herbicide and tillage reduction have variable effects among taxa, especially at the top of the trophic network including insectivorous bats. Very few studies compared the effects of agricultural practices on such taxa, and overall only as comparison of conventional *versus* organic farming without accurately accounting for underlying practices, especially in conventional where many alternatives exist. Divergent results founded in these previous studies could be driven by this lack of clarification about some unconsidered practices inside both conventional and organic systems. We simultaneously compared, over whole nights, bat activity on contiguous wheat fields of one organic and three conventional farming systems located in an intensive agricultural landscape. The studied organic fields (OT) used tillage (i.e. inversion of soil) without chemical inputs. In studied conventional fields, differences consisted of: tillage using few herbicides (T), conservation tillage (i.e. non-inversion of soil) using few herbicides (CT), and conservation tillage using more herbicide (CTH), to control weeds. Using 64 recording sites (OT=12; T=21; CT=13; CTH=18), we sampled several sites per system placed inside the fields each night. We showed that bat activity was always higher in OT than in T systems for two (*Pipistrellus kuhlii* and *Pipistrellus pipistrellus*) out of three species and for one (*Pipistrellus spp.*) out of two genera, as well as greater species richness. The same results were found for the CT *versus* T system comparison. CTH system showed higher activity than T for only one genus (*Pipistrellus spp.*). We did not detect any differences between OT and CT systems, and CT showed higher activity than CTH system for only one species (*Pipistrellus kuhlii*). Activity in OT of *Pipistrellus spp.* was overall 3.6 and 9.3 times higher than CTH and T systems respectively, and 6.9 times higher in CT than T systems. Our results highlight an important benefit of organic farming and contrasted effects in conventional

farming. That there were no differences detected between the organic and one conventional system is a major result. This demonstrates that even if organic farming is presently difficult to implement and requires a change of economic context for farmers, considerable and easy improvements in conventional farming are attainable, while maintaining yields and approaching the ecological benefits of organic methods.

Introduction

Halting the loss of biodiversity, recognized as a crucial aim for humanity (Cardinale et al., 2012), has resulted in the adoption of different environmental policies to reduce the impact of anthropogenic changes. As land-use changes and agriculture intensifies, farming, particularly crop farming, is a major driver of biodiversity loss (Maxwell et al., 2016). There is an urgent need to reconcile nature conservation and agricultural production on large spatial scales. Two contrasting scenarios optimising nature conservation and production have so far been proposed and widely discussed: integrate conservation and production functions in heterogeneous landscapes (land sharing) or separate farming activities from nature conservation in homogeneous landscapes (land sparing; Fischer et al., 2008). Both strategies are controversial, their effectiveness is clearly dependent of conservation aims (species versus ecosystem functions), land-use intensity and landscape-context (Kleijn et al., 2011). None appear satisfactory in large productive agricultural regions where landscapes have been heavily modified, where production has a strong economic stake, but where conservation of species and ecosystem functions and services are crucial (Power, 2010), especially since these systems cover large areas on a global scale (agriculture area: 38.5%; FAO, 2011). In such intensive regions, the best complementary and conciliatory approaches in the short-term (i.e. without big changes in the political choices of production) are likely to be those that increase biodiversity potential (species, abundance) without reducing production and the surface of semi-natural habitats, a so called win-no loss situation (Teillard et al., 2016). This could be achieved by improving farming systems through changes in practice, from those that are the most negative for biodiversity to those that are both the least negative and not antagonistic to production (Petit et al., 2015). The threat from crop farming is a product of land-use changes including clearing for cultivation, homogenization of the agricultural landscape, fragmentation of associated habitats such as woodlands (Benton et al., 2003); but also the

intensification of practices within croplands such as increased use of fertilizers, pesticides, the simplification of crop rotation (Bengtsson et al., 2005; Benton et al., 2003) and the replacement of genetically diverse traditional varieties by homogeneous modern varieties (Hoisington et al., 1999).

With the aim of mitigating biodiversity loss in agricultural landscapes, environmental policies have been launched and regularly reformed in numerous countries, such as across Europe with the Common Agricultural Policy (CAP). However, although there are possibilities for improvement, previous reforms do not appear to be satisfactory for biodiversity conservation (Pe'er et al., 2014). For the environmental element, reforms consist of Agri-Environment Schemes (AES) that are based on offering financial incentives to farmers to implement and protect areas and lines of vegetation, using fewer agrochemicals, or employing alternative pasture methods (Kleijn and Sutherland, 2003). AES occurred in 22% of farms during the period 2000–2009 (Zimmermann and Britz, 2016) and 21% of the Utilized Agricultural Area (Eurostat, 2009). Such schemes have had so far marginal to moderately positive effects on biodiversity (Kleijn et al., 2006): even if AES can have substantial effects at a local scale, they are not halting national declines in populations (Gamero et al., 2016). In addition, although some key elements have been identified on a larger scale than AES as affecting local farmland biodiversity such as landscape and habitat heterogeneity and connectivity (Benton et al., 2003; Tschardt et al., 2005), some elements of local management are also known to be highly positive for biodiversity, such as crop diversification (Gurr et al., 2016) and farming practices (Hole et al., 2005).

The intensification of pesticide use is known to negatively affect many taxa on a large scale (Geiger et al., 2010) as well as tillage (i.e. inversion of soil; Holland, 2004) and the shortening of crop rotations (Dick, 1992; Hole et al., 2005). However, agricultural practices that aim to conserve biodiversity within agricultural landscapes such as restrictions on chemical inputs in

organic farming have variable efficiency among taxa (Fuller et al., 2005). In addition, due to the multiplicity of ways to control weeds leading to a trade-off between herbicide use and tillage intensity, opposite effects of conservation tillage on biodiversity have also been observed (i.e. non-inversion of soil; Filippi-Codaccioni et al., 2009; Flickinger and Pendleton, 1994; Lokemoen and Beiser, 1997; Shutler et al., 2000). Conservation tillage is a common practice used in 28.4% of the total arable land of France (Agreste, 2011), often with an economic aim when the fuel needed for tillage meant it was less profitable than a conservation tillage using more herbicides to control weeds. Such uncertainties about practices necessitate an accurate study of a simultaneous gradient of farming practices within the same landscape. In theory, such a gradient should be studied in systems with similar yields to calculate the relative effects of tillage intensity and chemical inputs in order to define optimal farming practices that respond to both the aims of production and biodiversity conservation. However, studies on the relationship between farming practices and biodiversity are lacking for several taxa, and/or results are frequently controversial, indeed some farming practices such as conservation tillage include several distinct and more or less intensive methods that so far have not often been taken into account. Focusing on the response of species, at the top of trophic network, such as bats that are abundant, strictly insectivorous and considered as effective bioindicators (Park, 2015; Russo and Jones, 2015), may thus be helpful for better assessing the effect of such farming practices. Insectivorous bats also provide many ecosystem services (Kunz et al., 2011) such as a huge economic advantage in agriculture with a gain of billions of dollars each year (Boyles et al., 2011). Several species identified as threatened by the International Union for Conservation of Nature are largely affected by intensive agriculture (Azam et al., 2016). Moreover, AES do not seem to encourage conservation of such species in conventional farming (Fuentes-Montemayor et al., 2011; MacDonald et al., 2012; Park, 2015) even having negative effects sometimes (Fuentes-

Montemayor et al., 2011), that accentuate the urgent need to assess the effects of farming practices.

To our knowledge, only very few studies have compared conventional with organic farming, and only in a general way with no gradient of practices in both systems. Moreover, results diverged according to studies, showing significantly positive effects of organic farming compared to conventional farming on activity (Fuller et al., 2005; Wickramasinghe et al., 2003, 2004), species richness and diversity (Fuller et al., 2005). It was also found that there were no differences (Pocock and Jennings, 2008) but driven differences in boundaries between organic and conventional, as well as two cases of significant negative effect on diversity (Fuller et al., 2005) and activity (MacDonald et al., 2012). In all these studies, the activity of strictly insectivorous bats was measured during their foraging activity, known to be driven by arthropod availability (Charbonnier et al., 2014; Hayes, 1997). Thus the lack of consensus about effects of farming systems on bats could be linked to an effect of the gradient of practices on their arthropod prey, such as herbicides and tillage intensity (Evans et al., 2010; Pereira et al., 2007; Rodríguez et al., 2006; Taylor et al., 2006). Although some studies revealed herbicide accumulation in bats along the farming intensification gradient (Bayat et al., 2014; Stechert et al., 2014), the relative effects of herbicide use and tillage intensity on crop attractiveness for bats remains unstudied.

The aim of this study is to analyse the potential role of farming practices in providing ecological benefits for bats, and the possibilities of conventional farming to draw closer to the beneficial effects of organic farming. Specifically, we compare bat foraging activity simultaneously on wheat crops of one organic and three conventional farming systems located in a narrow intensive agricultural landscape, setting us free from the landscape effect known to be greater than the practice effect (Bengtsson et al., 2005). This allows the analysis of the

effect of tillage and herbicide intensification on bat activity using a comparison of the following systems:

- (1) Organic tillage fields (OT, organic farming): inversion of soil without herbicides
- (2) Conservation tillage fields (CT, conventional farming): no inversion of soil using 2 herbicide passes
- (3) Conservation tillage fields using more herbicide (CTH, conventional farming): no inversion of soil using 3 herbicide passes
- (4) Tillage fields (T, conventional farming): inversion of soil using 2 herbicide passes

We expected that organic tillage would have a positive effect on bat activity and species richness compared to the three other conventional systems, thanks to the lack of herbicides, such as previously shown on a large scale by Wickramasinghe et al. (2003). We also hypothesize that tillage and herbicide reductions in conventional systems could help to mitigate this gap, influencing availability of arthropod prey known to drive bat activity.

Methods

Agricultural context of the study area

The study was conducted in the Île-de-France region, France, in an intensive agricultural landscape among some of the main productive areas in Europe (Table S1.1). This region is covered by 59% of agricultural areas similar to that found at a national level (Table S1.2), dominated by arable land (90%) for intensive cereal crops (62 % of wheat and barley), rape (14%), corn (14%), sugar beet (6%) and peas (4%; Agreste, 2010). Organic farming represents 2.5% of the utilized arable land (UAL) on a national level, and respectively 1.4% and 4.1% in the region and in the study area, with a positive trend in France (+52.7%) over the 2011-2015 period (Table S1.3). At the opposite end of the spectrum, pesticide use has increased by 5.8 % since 2011 at the national scale (Ecophyto, 2015), only herbicides showed

a significant positive trend for the period of time 2008-2013 (Hossard et al., 2017). Similarly, conservation tillage takes up 28.4% of the UAL in France, but only 21.4% and 14.3% in the region and in the study area respectively (Table S1.4).

Sampling design

We compared bat activity across one organic and three conventional farming systems through recordings of bat activity on wheat crops in all four farming systems simultaneously. We sampled 64 sites: 12 sites for Organic Tillage fields (OT), 13 for Conservation Tillage fields (CT), 18 for Conservation Tillage fields using more Herbicide (CTH) and 21 for Tillage fields (T), distributed inside 19 contiguous fields over a 3.5 km radius on the same agricultural plateau (Fig. 1).

Thanks to the contiguity of fields and the small spatial scale, landscape and soil composition is very similar among the four systems. This allowed to avoid variance source connected with landscape, and to study in detail the choice of plot of a given system rather than another by individuals. In addition, sampling sites inside the fields were chosen in order to limit differences in surrounding land-use in the studied farming systems (Fig. S2.1).



Figure 1. Land-use map of the study area showing sampling sites inside wheat fields of the four studied farming systems (OT, CT, CTH, T).

Features of farming practices studied

Farming systems differed in their method of weed control in wheat crops. During the intercrop period, between July (harvest of the cash crop) and October (sowing of the new crop), all 4 systems used one to two harrowings in August; OT and T used a tillage (i.e. inversion of soil to 30 cm depth) followed by a smoothing to prepare the seedbed; CT and CTH used conservation tillage (i.e. non inversion of soil) using respectively a single decompaction (superficial tillage to lighten the soil without destructuring) and a decompaction associated with one herbicide. After sowing, during the growing period, the three conventional systems (T, CT and CTH) applied one herbicide just after sowing, as well as in March, followed by one fungicide in April and May, and then two in June. No insecticide was applied. Active molecules of herbicides and fungicides used were the same for the three conventional systems (Tables S3.1 & S3.2). The OT system did not use chemical pesticides, just a mechanical weed control using a hoeing machine in March, April and June (Table 1). In all systems, wheat crops were sown every two years (for more details on crop type between wheat crops see Table S3.3). Organic fields were established for over ten years, conventional and conservation tillage were performed on different fields each year.

Table 1. Chronology of interventions on studied wheat fields over an entire year in four farming systems. Bat monitoring was performed in June.

Farming systems	Chronology of interventions							
	July	August	September	October	March	April	May	June
Organic farming								
Organic tillage (OT)	Harvest	Harrowing	Tillage + smoothing	Sowing	Mechanical weed	Mechanical weed	Ø	Mechanical weed
Conventional farming								
Conservation tillage (CT)	Harvest	Harrowing	Decompaction	Sowing + herbicide (x1)	Herbicide (x1)	Fungicide (x1)	Fungicide (x1)	Fungicide (x2)
Conservation tillage using more herbicide (CTH)	Harvest	Harrowing	Decompaction + Herbicide (x1)	Sowing + herbicide (x1)	Herbicide (x1)	Fungicide (x1)	Fungicide (x1)	Fungicide (x2)
Tillage (T)	Harvest	Harrowing	Tillage + smoothing	Sowing + herbicide (x1)	Herbicide (x1)	Fungicide (x1)	Fungicide (x1)	Fungicide (x2)

Bat monitoring

Recordings were carried out from the 16th to the 23rd of June 2016 in the seasonal peak of bat activity as recommended by the French national bat-monitoring programme “Vigie-Chiro” (<http://vigienature.mnhn.fr/>), under favourable weather conditions without rain, with low wind speeds (< 7 m/s) and temperatures higher than 12°C.

In order to optimize and standardize comparisons, we sampled simultaneously using continuous acoustic monitoring, one to four sites for each farming system (OT/CT/CTH/T) on the same night (a total of six to eleven sites per night; Table S4.1) from 30 minutes before sunset to 30 minutes after sunrise (Skalak et al., 2012). The bat taxa are known for substantial inter-night, seasonal and year variations in abundances (Hayes, 1997). Thus a sampling design focused within a short period where several sites were simultaneously sampled for each farming system on the same night, allowed to minimize this temporal source of variance. This design also allowed to control for these potential variations using nested models performed on date (see Statistical analysis section). In addition, the 8 sampled nights were performed during the lactation period, a season with high energetic constraints, allowing to study a more accurate foraging selection.

Standardized echolocation calls were recorded using one SM2BAT detector per site. All simultaneously sampled sites were separated by at least 300 metres to avoid simultaneous recordings. In addition, all sites were always placed inside the field at a minimum of 40 metres distance from the boundary to minimize its effects. The detectors automatically recorded all ultrasounds (> 12 KHz) while maintaining the characteristics of the original signals. In addition, note that the bat activity we used is not an abundance, but a metric more sensitive to habitat quality: for example one bat foraging all night within a sampled site will produce a huge value of bat activity instead of some bats crossing the sampled site.

For the first step, echolocation calls were detected and classified to the most accurate taxonomic level using the TADARIDA software (Bas et al., 2017) which allows a confidence index to be assigned to each classification of call. For the second step, all echolocation calls were checked using BatSound© software except the most represented species, *Pipistrellus pipistrellus*, for which we only checked 20% from the 0.5 confidence index due to a high quantity of calls (see Table S4.2 for more details on the identification procedure). In addition to the calls assigned to *P. pipistrellus*, *P. kuhlii* and *P. nathusii*, we constructed three groups (*Nyctalus spp.*, *Plecotus spp.* and *Myotis spp.*) as contact with these taxa were associated with low occurrence, or difficulty in identification (Obrist et al., 2004).

As it is impossible to determine the number of individual bats from their echolocation calls, we calculated a bat activity metric (bat passes), calculated as the number of bat passes per night per species, where a bat pass is defined as a single or several echolocation calls during a five second interval.

Statistical analysis

We performed general linear mixed models (GLMM, R package lme4) using bat activity (number of bat passes of species and genus) and species richness as response variables associated to a negative binomial error distribution (Zuur et al., 2009), except for the *Nyctalus spp.* genus for which a binomial error distribution was used due to excessively low variation in abundance. Note that occurrences were too low for *Plecotus spp.* and *Myotis spp.* (present in less than 10% of the 64 sites) to perform models, but these genera were used in species richness. We tested the type of farming system in models as fixed effects (composed of four factors: OT, CT, CTH and T), and we included scaled landscape covariates (distance to wetlands, forests, hedgerows, roads, boundaries, urban areas) known as good predictors of bat activity for the species studied (Bougey et al., 2011; Lacoëuilhe et al., 2016).

To avoid over parametrization due to a limited dataset (species, *Nyctalus spp.* genus and richness: n=64; *Pipistrellus spp.* genus including the three *Pipistrellus* species: n=192), we chose to build models including six degrees of freedom (df). We performed a hierarchical partitioning (R package hier.part) to identify the first three covariates (3 df) having the best conjoint contributions, in order to implement them with the farming system variable (3 df) in full models (Table S4.3). According to the sampling design (i.e. simultaneous recordings of bat activity among four farming systems on the same night), we included the date in the models as a random effect with the aim being to check for inter-night variations. For the *Pipistrellus spp.* model, we added a second random effect on the three species composing the genus, in order to take into account activity variations among species. From full models, we checked potential multicollinearity problems using two successive approaches. In a first step we tested differences in covariates between farming systems (Kruskal Wallis tests; Table S4.4), and checked correlations between covariates (Table S4.5). We detected two significant differences between farming systems among the six landscape variables (i.e. the distance to hedgerows and the distance to wetlands; Figs. S2.1 & S4.1), as well as correlations between distances to boundaries and roads and between distances to wetlands and hedgerows (Table S4.5). To take into account these correlated covariates, we did not simultaneously include them in the modelling procedure. In a second step we checked there were no multicollinearity problems performing variance inflation factors (VIF) using the corvif function (R package AED; Zuur et al., 2010) on each full model. All variables showed a VIF value < 2 , meaning there was no striking evidence of multicollinearity (Chatterjee and Hadi, 2006). We generated, based on full models (Table S4.3), a set of candidate models containing all possible variable combinations ranked by corrected Akaike Information Criterion (AICc) using the dredge function, but not simultaneously including correlated covariates. For each set of candidate models, we did multi-model inference averaging on a $\Delta AICc < 2$ using the

model.avg function to obtain an averaged regression coefficient for each fixed effect (R package MuMIn; Barton, 2015; Table S4.6). We used the allEffects function (R package effects) to get a predicted activity of bat species from the best models in Fig. 2. We did not detect spatial autocorrelation on residuals of each best model using dnearneigh and sp.correlogram functions associated to Moran’s I tests (R package spatial; Moran, 1950; Table S4.7), as well as any obvious problem in the overdispersion ratio (0.8 to 1.4; Table 2) on the best models. Relative variance explained by each fixed effect (pseudo R²) was calculated from generalized linear models, because it is not covered by recent computing methods for GLMMs using a negative binomial distribution. Models were validated by visual examination of residuals plots. All analyses were performed using a significant threshold of 5% in R statistical software v.3.3.1.

Table 2. Description of the dataset for each response variable from the 64 sites, the number of bat passes, occurrences (% of sites for which species were recorded), the best models from the multi-model inference procedure and the response variable distribution selected (NB: negative binomial; θ : overdispersion ratio). Full models are shown in table S4.3.

Response variable	No. of bat passes (mean per night)	Occurrences					Best model	Distribution
		Total	OT	CT	CTH	T		
<i>P.kuhlii</i>	68 (1.0)	36	67	54	33	10	system + dist. to roads + (1 date)	NB ($\theta = 1.2$)
<i>P. nathusii</i>	79 (1.3)	34	67	46	33	10	(1 date)	NB ($\theta = 1.3$)
<i>P. pipistrellus</i>	1125 (17.5)	67	100	92	61	38	system + dist. to roads + (1 date)	NB ($\theta = 1.1$)
<i>Pipistrellus spp.</i>	1272 (6.6)	69	78	64	43	19	system + dist. to roads + (1 date) + (1 species)	NB ($\theta = 1.0$)
<i>Nyctalus spp.</i>	48 (0.8)	11	8	31	0	10	system + (1 date)	Binomial ($\theta = 0.8$)
Richness	-	-	-	-	-	-	system + (1 date)	NB ($\theta = 1.4$)

Results

Bat monitoring

We recorded 1328 bat passes from five species (*P. pipistrellus*, *P. kuhlii*, *P. nathusii*, *Nyctalus noctula* and *Nyctalus leisleri*) and two genera (*Myotis spp.* and *Plecotus spp.*; i.e. an overall species richness of seven) in the 64 study sites, where the most abundant species was *P. pipistrellus* representing 85% of the total activity. The two species groups *Plecotus spp.* and *Myotis spp.* were the least abundant (respectively two and six bat passes), detected in 8% and 3% of sites respectively (Table S4.8). The two species *N. noctula* and *N. leisleri* were grouped for analyses in *Nyctalus spp.*, thanks to their similar ecological niche and their respectively low activity. Only three species and one genus (*Nyctalus spp.*) were therefore present in a sufficient number of sites for analyses (Table 2).

Selected candidate models

The system type variable was selected in all candidate models with a delta AICc < 2 for *P. kuhlii*, *P. pipistrellus*, *Pipistrellus spp.* and richness, only twice for four candidate models for *Nyctalus spp.* and none for *P. nathusii* (Table S4.6). For *P. nathusii*, we retained the system type variable from the best model (i.e. null model) in analyses to obtain estimated parameters and predicted activity for systems.

Effect of farming systems

In comparison to OT, CTH and T systems exhibit a significantly lower activity of *P. kuhlii* (Table 3; Fig. 2A), *P. pipistrellus* (Table 3; Fig. 2B), *Pipistrellus spp.* (Table 3; Fig. 2D) and richness (Table 3). For all species, we did not find activity differences between OT and CT systems (Table 3).

Within conventional systems, CTH and T systems exhibit a significantly lower activity of *P. kuhlii* (Table 3; Fig. 2A) and richness (Table 3) than CT. T systems showed a significantly lower activity of *P. pipistrellus* (Table 3; Fig. 2B) and *Pipistrellus spp.* (Table 3; Fig. 2D)

than CT. Similarly, compared to CTH, only the activity of *Pipistrellus spp.* was lower in T systems (Table 3; Fig. 2D). No differences between farming systems were found for *P. nathusii* and *Nyctalus spp.* (Table 3; Fig. 2C), and only the distance to roads among covariates was significant for *P. pipistrellus* and *Pipistrellus spp.* (Table 3).

Finally, farming systems always explained the most relative part of the variance compared to other covariates of full models (Table S4.9).

Table 3. Estimates and standard errors for farming systems comparisons when OT (A), CT (B) and T (C) are used as the intercept, and distance environmental covariates from the averaging of candidate models having a delta AICc < 2 (*** P < 0.001, ** P < 0.01, * P < 0.05, . P < 0.1).

	<i>P. kuhlii</i>	<i>P. nathusii</i>	<i>P. pipistrellus</i>	<i>Pipistrellus spp.</i>	<i>Nyctalus spp.</i>	Richness
Farming systems						
(A) CT vs. OT	-0.12 (0.67)	-0.27 (0.85)	-0.67 (0.71)	-0.36 (0.46)	1.44 (1.24)	-0.08 (0.27)
(A) CTH vs. OT	-1.68 (0.69) *	-0.36 (0.80)	-1.54 (0.63) *	-1.20 (0.41) **	/	-0.70 (0.28) *
(A) T vs. OT	-1.59 (0.68) *	-1.10 (0.80)	-2.42 (0.64) ***	-2.10 (0.43) ***	0.01 (1.31)	-1.30 (0.33) ***
(B) CTH vs. CT	-1.57 (0.66) *	-0.09 (0.79)	-0.87 (0.65)	-0.84 (0.44) .	/	-0.62 (0.28) *
(B) T vs. CT	-1.48 (0.68) *	-0.78 (0.79)	-1.75 (0.67) **	-1.70 (0.45) ***	-1.44 (0.96)	-1.22 (0.33) ***
(C) CTH vs. T	-0.09 (0.69)	0.69 (0.72)	0.88 (0.58)	0.85 (0.41) *	/	0.60 (0.35) .
Covariates						
Dist. to roads	-0.50 (0.26) .	-0.33 (0.25)	-0.56 (0.23) *	-0.54 (0.15) ***	/	-0.15 (0.11)
Dist. to hedgerows	-0.39 (0.28)	0.17 (0.27)	/	-0.18 (0.21)	/	-0.11 (0.13)
Dist. to boundaries	/	-0.24 (0.24)	/	/	/	/
Dist. to forests	/	/	/	/	-0.53 (0.49)	/
Dist. to wetlands	/	/	/	/	/	-0.10 (0.14)

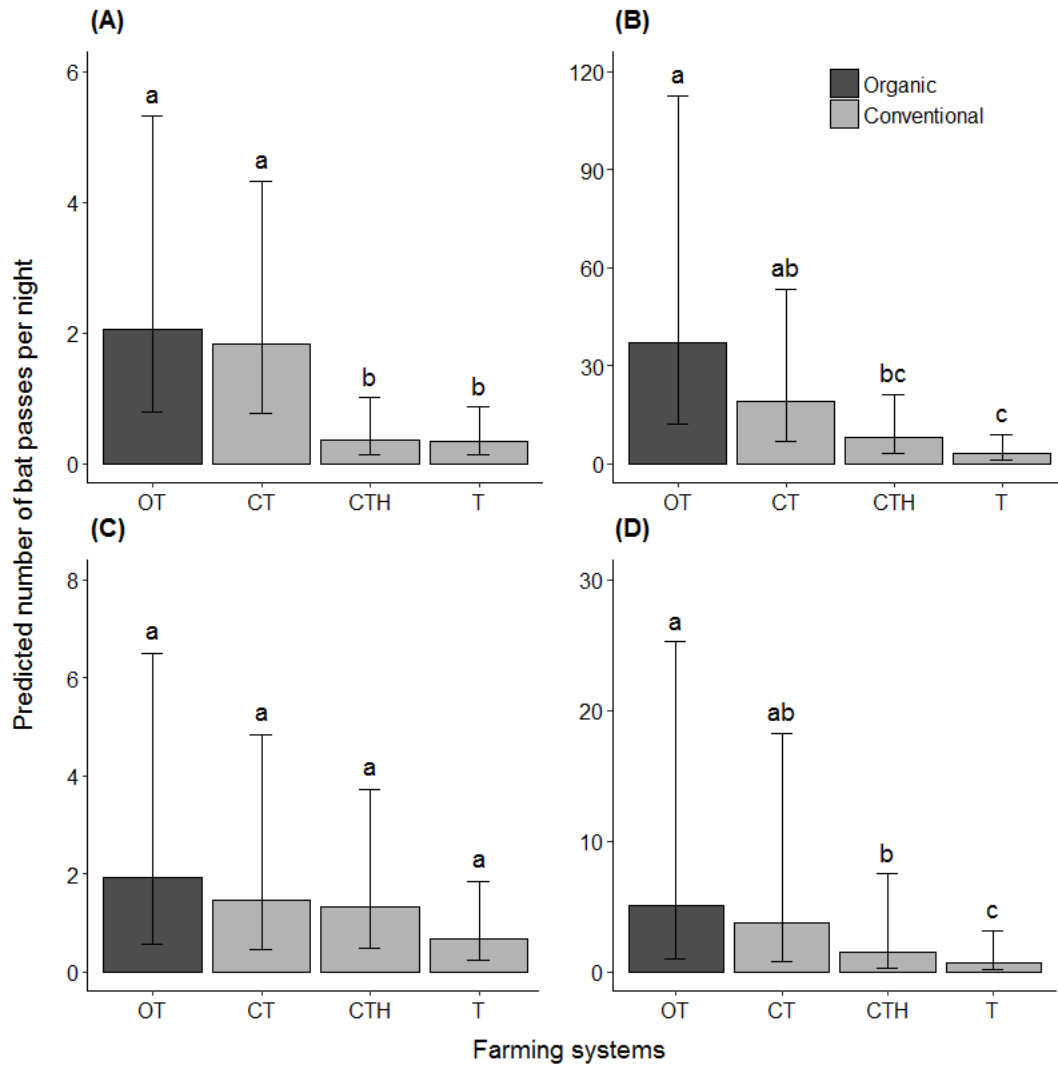


Figure 2. Predicted number of bat passes per night and the associated standard errors under the 4 systems (see Table 1 for description) across organic and conventional farming for (A) *P. kuhlii*, (B) *P. pipistrellus*, (C) *P. nathusii* and (D) *Pipistrellus spp.*, The a, b and c letters shared between two or more systems refer to no significant differences.

Discussion

To our knowledge, this study is the first to assess the effect of accurate farming practices on bats, comparing the effect of organic and a gradient of conventional systems in tillage and herbicide intensity. We tested differences in farming practices the same year, on one crop type and in contiguous fields, in a homogeneous intensive landscape, allowing the study of the basic pathways through which agriculture affects the bat community and thus complementing previous farm-level approaches (Wickramasinghe et al., 2003). Our results highlight that the Organic Tillage system (OT) always had a significantly greater positive effect on bats than the Tillage system (T, conventional farming). The differences i) in the farming practices and ii) in bat activity between these two systems suggested that pesticides in T had an important negative effect on bats. The Conservation Tillage system using more Herbicide (CTH, conventional farming) also had negative effects compared to OT, suggesting that the possible positive effects of conservation tillage present in CTH (compared to T) did not mitigate the negative effects of herbicides. These differences between the organic and the two conventional systems are in accordance with previous results (Fuller et al., 2005; Wickramasinghe et al., 2003), even if the practice features were not explicitly taken into account in these previous studies. However, we did not detect differences between the OT and the Conservation Tillage systems (CT, conventional farming). This major result suggests that it may be possible to approach the positive effects of organic farming in conventional farming thanks to the reduction of herbicides and the use of conservation tillage. In addition, it should be noted that our results indirectly revealed the respective negative effects of tillage and herbicide intensification in the four systems. Indeed, in conventional systems, tillage (i.e. inversion of soil to 30 cm depth, such as in T) appears to be less attractive for bats than conservation tillage (i.e. superficial tillage only such as in CT and CTH). Similarly, a conservation tillage system as well as a tillage system appeared to be less attractive when

more herbicide was applied, such as suggested by the comparison of bat activity OT vs. T and CT vs. CTH.

Mechanism hypotheses, limitations and perspectives

We hypothesised that resource limitation drives the foraging selection of generalist bat species within studied fields and could explain the results depending on the diet, composed of arthropods for European species (Vaughan, 1997). Because the fields are all wheat, other influences such as structural heterogeneity did not seem to be important. For a given farming system, diversity of taxa (Arachnida, Coleoptera and Diptera) are less abundant in tillage than in conservation tillage (Holland and Reynolds, 2003; Rodríguez et al., 2006). In addition, herbicides used in higher quantities negatively and indirectly affect the structure and diversity of the arthropod community through food resource, host plant availability and habitat modifications (Bitzer et al., 2002; Geiger et al., 2010; Taylor et al., 2006; Wardle et al., 1999). Herbicides can also cause negative direct-impacts on Arachnida and Coleoptera behaviour and survival (Evans et al., 2010). According to the differences in diet composition among bat species, aerial hawkers such as *Nyctalus spp* and *Pipistrellus spp* forage proportionally more on flying insects (i.e. moths and Diptera) than gleaner species such as *Myotis spp* and *Plecotus spp*, more often specialized in ground beetle or spiders (Vaughan 1997). Future studies should attempt to simultaneously measure variation among arthropod community availability and bat activity linked to tillage and herbicide intensity.

Our study was conducted on a small scale, both temporally and spatially, requiring further studies in different landscape contexts and other countries. However, these limitations appearing as a weakness also provides serious advantages. First, bat taxa are known for substantial inter-night, seasonal and yearly variations in abundances, thus a sampling design within a short period allows to minimize this temporal source variance. In addition, sampled nights were performed during the lactating period, a season with high energetic constraints.

Secondly, the small spatial scale of this study allowed an avoidance of variance source connected to the landscape. Our sampling design allowed us to study in detail the choice of plots by individuals, thanks to continuity or proximity between plots. Recorded individuals had the ability to choose a plot of a given system rather than another, this demonstrates a plot selection that is not influenced by landscape characteristics, distance to roost or landscape connectivity.

Application perspectives

The diversification of practices in organic systems allows the reduction in the yield gap with conventional farming (Ponisio et al., 2015), and organic farming can become more comparable economically to conventional farming (Crowder and Reganold, 2015). Despite this, the switch of conventional to organic farming is often limited by a lack of knowledge in production methods, unsuitable technical infrastructure and marketing, low buying power and government policies (Reganold et al., 2011). Although organic systems and their more biodiversity-friendly practices are developing, the surface they could cover within a few years may not be sufficient to significantly reduce the erosion of biodiversity in agricultural systems (even if organic systems have increased by 150% over the decade 2004-2014, they only cover 4.9% of total arable crops in Europe; Eurostat, 2015; FiBL, 2014). Despite this, our study demonstrates that conventional systems can still benefit biodiversity, thus it is important to widely implement alternative practices in favour of biodiversity in conventional farming for the 95.1% of remaining arable crops. Among the several possibilities of changes in practice, the characteristics of the studied CT system appear promising to approach the benefits of the organic system for bats. This system is, in addition, equally productive to the other studied systems in conventional farming, between 9 and 11 t/ha in recent years. Indeed, alternative practices in conventional farming such as the reduction of herbicide use is not antagonistic to production (Petit et al., 2015), and may even be reduced by 37% while preserving arable crop

productivity and profitability (Lechenet et al., 2017), which is consistent with the studied CT system using one less herbicide among the three used in CTH systems. Thus, even if organic farming appears as the best method for bat conservation in agricultural systems, it could be a great step in the actual context of the very low level of organic system representation to undertake a transition in conventional farming from intensive to more biodiversity-friendly practices such as shown in this study. These findings have important implications for biodiversity conservation in the agricultural landscape on a larger scale, as studied practice changes were performed on widespread conventional systems.

Acknowledgements

This work was supported by DIM ASTREA grants from Region Ile-de-France. We sincerely thank Agrosolutions for their technical support on farming practices and the University of Paris Sud for funding field study fees. This cooperation with Agrosolutions, which is the agri-environmental expert consulting subsidiary of the InVivo agricultural cooperative group, did not influence sampling design, analyses and conclusions. We also especially thank the farmers who agreed to participate in the study.

References

- Agreste, 2011. Proportion of conservation tillage in arable land. URL <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar/faces/report/welcomeReport.jsp> (accessed 8.10.17).
- Agreste, 2010. Utilised Agricultural Land in Ile-de-France region. URL http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_R1111RA01.pdf (accessed 4.10.16).
- Azam, C., Le Viol, I., Julien, J.F., Bas, Y., Kerbiriou, C., 2016. Disentangling the relative effect of light pollution, impervious surfaces and intensive agriculture on bat activity with a national-scale monitoring program. *Landsc. Ecol.* 31, 2471–2483. doi:10.1007/s10980-016-0417-3
- Barton, K., 2015. MuMIn: Multi-Model Inference. URL <http://cran.r-project.org/package=MuMIn>
- Bas, Y., Bas, D., Julien, J., 2017. Tadarida : A Toolbox for Animal Detection on Acoustic Recordings. *J. open Res. Softw.* 5, 1–8. doi:<https://doi.org/10.5334/jors.154>
- Bayat, S., Geiser, F., Kristiansen, P., Wilson, S.C., 2014. Organic contaminants in bats: Trends and new issues. *Environ. Int.* 63, 40–52. doi:10.1016/j.envint.2013.10.009
- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 2005 42, 261–269. doi:10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x
- Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D., 2003. Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* 18, 182–188. doi:10.1016/S0169-5347(03)00011-9
- Bitzer, R.J., Buckelew, L.D., Pedigo, L.P., 2002. Effects of Transgenic Herbicide-Resistant Soybean Varieties and Systems on Surface-Active Springtails (Entognatha: Collembola). *Environ. Entomol.* 31, 449–461. doi:10.1603/0046-225X-31.3.449
- Boughey, K.L., Lake, I.R., Haysom, K. a., Dolman, P.M., 2011. Effects of landscape-scale broadleaved woodland configuration and extent on roost location for six bat species across the UK. *Biol. Conserv.* 144, 2300–2310. doi:10.1016/j.biocon.2011.06.008
- Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F., Kunz, T.K., 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science (80-.)*. 332, 41–42. doi:10.1126/science.1201366
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., A.Wardle, D., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S., Naeem, S., 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 489, 326–326. doi:10.1038/nature11373

- Charbonnier, Y., Barbaro, L., Theillout, A., Jactel, H., 2014. Numerical and functional responses of forest bats to a major insect pest in pine plantations. *PLoS One* 9, 1–8. doi:10.1371/journal.pone.0109488
- Chatterjee, S., Hadi, A.S., 2006. *Regression analysis by example*, 5th ed. John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/0470055464
- Crowder, D.W., Reganold, J.P., 2015. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 7611–7616. doi:10.1073/pnas.1423674112
- Dick, R.P., 1992. A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40, 25–36. doi:10.1016/0167-8809(92)90081-L
- Ecophyto, 2015. Trend of pesticides use. URL http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/20160301_notesuivi_ecophyto2.pdf (accessed 5.11.17).
- Eurostat, 2015. Organic farming statistics. URL http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics (accessed 5.11.17).
- Eurostat, 2009. Agri-environmental indicator. URL http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_commitments (accessed 5.11.17).
- Evans, S.C., Shaw, E.M., Rypstra, A.L., 2010. Exposure to a glyphosate-based herbicide affects agrobiont predatory arthropod behaviour and long-term survival. *Ecotoxicology* 19, 1249–1257. doi:10.1007/s10646-010-0509-9
- FAO, 2011. Agricultural area. URL <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EL> (accessed 5.11.17).
- FiBL, 2014. Organic farming statistics. URL <http://www.fibl.org/en/themes/organic-farming-statistics.html> (accessed 5.11.17).
- Filippi-Codaccioni, O., Clobert, J., Julliard, R., 2009. Effects of organic and soil conservation management on specialist bird species. *Agric. Ecosyst. Environ.* 129, 140–143. doi:10.1016/j.agee.2008.08.004
- Fischer, J., Brosi, B., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Goldman, R., Goldstein, J., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ranganathan, J., Tallis, H., 2008. Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Front. Ecol. Environ.* 6, 380–385. doi:10.1890/070019
- Flickinger, E.L., Pendleton, G.W., 1994. Bird Use of Agricultural Fields under Reduced and Conventional Tillage in the Texas Panhandle. *Wildl. Soc. Bull.* 22, 34–42.

- Fuentes-Montemayor, E., Goulson, D., Park, K.J., 2011. Pipistrelle bats and their prey do not benefit from four widely applied agri-environment management prescriptions. *Biol. Conserv.* 144, 2233–2246. doi:10.1016/j.biocon.2011.05.015
- Fuller, R.J., Norton, L.R., Feber, R.E., Johnson, P.J., Chamberlain, D.E., Joys, A.C., Mathews, F., Stuart, R.C., Townsend, M.C., Manley, W.J., Wolfe, M.S., Macdonald, D.W., Firbank, L.G., 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biol. Lett.* 1, 431–434. doi:10.1098/rsbl.2005.0357
- Gamero, A., Brotons, L., Brunner, A., Foppen, R., Fornasari, L., Gregory, R.D., Herrando, S., Hořák, D., Jiguet, F., Kmecl, P., Lehikoinen, A., Lindström, Å., Paquet, J.-Y., Reif, J., Sirkiä, P.M., Škorpilová, J., van Strien, A., Szép, T., Telenský, T., Teufelbauer, N., Trautmann, S., van Turnhout, C.A.M., Vermouzek, Z., Vikstrøm, T., Voříšek, P., 2016. Tracking progress towards EU biodiversity strategy targets: EU policy effects in preserving its common farmland birds. *Conserv. Lett.* 1–22. doi:10.1111/conl.12292
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschardtke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., Inchausti, P., 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic Appl. Ecol.* 11, 97–105. doi:10.1016/j.baae.2009.12.001
- Gurr, G.M., Lu, Z., Zheng, X., Xu, H., Zhu, P., Chen, G., Yao, X., Cheng, J., Zhu, Z., Catindig, J.L., Villareal, S., Van Chien, H., Cuong, L.Q., Channoo, C., Chengwattana, N., Lan, L.P., Hai, L.H., Chaiwong, J., Nicol, H.I., Perovic, D.J., Wratten, S.D., Heong, K.L., 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nat. Plants* 2, 16014. doi:10.1038/nplants.2016.14
- Hayes, J.P., 1997. Temporal Variation in Activity of Bats and the Design of Echolocation-Monitoring Studies. *J. Mammal.* 78, 514–524. doi:https://doi.org/10.2307/1382902
- Hoisington, D., Khairallah, M., Reeves, T., Ribaut, J.M., Skovmand, B., Taba, S., Warburton, M., 1999. Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 96, 5937–5943. doi:10.1073/pnas.96.11.5937
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P. V., Evans, A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Conserv.* 122, 113–130. doi:10.1016/j.biocon.2004.07.018
- Holland, J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103, 1–25. doi:10.1016/j.agee.2003.12.018

- Holland, J.M., Reynolds, C.J.M., 2003. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia (Jena)*. 47, 181–191. doi:10.1078/0031-4056-00181
- Hossard, L., Guichard, L., Pelosi, C., Makowski, D., 2017. Lack of evidence for a decrease in synthetic pesticide use on the main arable crops in France. *Sci. Total Environ.* 575, 152–161. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.10.008
- Kleijn, D., Baquero, R.A., Clough, Y., Díaz, M., De Esteban, J., Fernández, F., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Jöhl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E.J.P., Steffan-Dewenter, I., Tscharrntke, T., Verhulst, J., West, T.M., Yela, J.L., 2006. Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecol. Lett.* 9, 243–254. doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00869.x
- Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., Smith, H.G., Tscharrntke, T., 2011. Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends Ecol. Evol.* 26, 474–481. doi:10.1016/j.tree.2011.05.009
- Kleijn, D., Sutherland, W.J., 2003. How effective are European schemes in and promoting conserving biodiversity? *J. Appl. Ecol.* 40, 947–969. doi:10.1111/j.1365-2664.2003.00868.x
- Kunz, T.H., de Torre, E.B., Bauer, D., Lobo, T., Fleming, T.H., 2011. Ecosystem services provided by bats. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1223, 1–38. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x
- Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J.F., Kerbiriou, C., 2016. Effects of hedgerows on bats and bush crickets at different spatial scales. *Acta Oecologica* 71, 61–72. doi:10.1016/j.actao.2016.01.009
- Lechenet, M., Dessaint, F., Py, G., Makowski, D., Munier-jolain, N., 2017. Reducing pesticide use while preserving crop productivity and pro fi tability on arable farms. *Nat. Plants* 3. doi:10.1038/nplants.2017.8
- Lokemoen, J.T., Beiser, J.A., 1997. Bird Use and Nesting in Conventional , Minimum-Tillage and Organic Cropland. *J. Wildl. Manage.* 61, 644–655. doi:10.2307/3802172
- MacDonald, M.A., Cobbold, G., Mathews, F., Denny, M.J.H., Walker, L.K., Grice, P. V., Anderson, G.Q.A., 2012. Effects of agri-environment management for circl buntings on other biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 21, 1477–1492. doi:10.1007/s10531-012-0258-6
- Maxwell, S.L., Fuller, R.A., Brooks, T.M., Watson, J.E.M., 2016. The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* 536, 146–145. doi:10.1038/536143a
- Moran, P.A.P., 1950. Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika* 37, 17–23. doi:10.1093/biomet/37.1-2.17
- Obrist, M.K., Boesch, R., Fluckiger, P.F., 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a

synergetic pattern recognition approach. *Mammalia* 68, 307–322.
doi:10.1515/mamm.2004.030

Park, K.J., 2015. Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity: Bats and their potential role as bioindicators. *Mamm. Biol.* 80, 191–204. doi:10.1016/j.mambio.2014.10.004

Pe'er, G., Dicks, L. V., Visconti, P., Arlettaz, R., Báldi, A., Benton, T.G., Collins, S., Dieterich, M., Gregory, R.D., Hartig, F., Henle, K., Hobson, P.R., Kleijn, D., Neumann, R.K., Robijns, T., Schmidt, J., Shwartz, A., Sutherland, W.J., Turbé, A., Wulf, F., Scott, A. V., 2014. EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science* (80-.). 344, 1090–1092. doi:10.1126/science.1253425

Pereira, J.L., Picanço, M.C., Silva, A.A., Barros, E.C., Xavier, V.M., Gontijo, P.C., 2007. Effect of herbicides on soil arthropod community of bean cultivated under no-tillage and conventional systems. *Planta Daninha* 25, 61–69. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100007

Petit, S., Munier-Jolain, N., Bretagnolle, V., Bockstaller, C., Gaba, S., Cordeau, S., Lechenet, M., Mézière, D., Colbach, N., 2015. Ecological Intensification Through Pesticide Reduction: Weed Control, Weed Biodiversity and Sustainability in Arable Farming. *Environ. Manage.* 56, 1078–1090. doi:10.1007/s00267-015-0554-5

Pocock, M.J.O., Jennings, N., 2008. Testing biotic indicator taxa: The sensitivity of insectivorous mammals and their prey to the intensification of lowland agriculture. *J. Appl. Ecol.* 45, 151–160. doi:10.1111/j.1365-2664.2007.01361.x

Ponisio, L.C., M'gonigle, L.K., Mace, K.C., Palomino, J., De Valpine, P., Kremen, C., 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proc. R. Soc. B* 282, 20141396. doi:http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1396

Power, A.G., 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2959–2971. doi:10.1098/rstb.2010.0143

Reganold, J.P., Batie, S.S., Harwood, R.R., Kornegay, J.L., Bucks, D., Flora, C.B., Hanson, J.C., Jury, W.A., Meyer, D., Jr, A.S., Sehmsdorf, H., 2011. Transforming U . S . Agriculture. *Science* (80-.). 332, 9–10. doi:10.1126/science.1202462

Rodríguez, E., Fernández-Anero, F.J., Ruiz, P., Campos, M., 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil Tillage Res.* 85, 229–233. doi:10.1016/j.still.2004.12.010

Russo, D., Jones, G., 2015. Bats as bioindicators: An introduction. *Mamm. Biol.* 80, 157–158. doi:10.1016/j.mambio.2015.03.005

- Shutler, D., Mullie, A., Clark, R.G., 2000. Bird Communities of Prairie upland and wetlands in relation to farming practices in Saskatchewan. *Conserv. Biol.* 14, 1441–1451. doi:10.1046/j.1523-1739.2000.98246.x
- Skalak, S.L., Sherwin, R.E., Brigham, R.M., 2012. Sampling period, size and duration influence measures of bat species richness from acoustic surveys. *Methods Ecol. Evol.* 3, 490–502. doi:10.1111/j.2041-210X.2011.00177.x
- Stechert, C., Kolb, M., Bahadir, M., Djossa, B.A., Fahr, J., 2014. Insecticide residues in bats along a land use-gradient dominated by cotton cultivation in northern Benin, West Africa. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 21, 8812–8821. doi:10.1007/s11356-014-2817-8
- Taylor, R.L., Maxwell, B.D., Boik, R.J., 2006. Indirect effects of herbicides on bird food resources and beneficial arthropods. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116, 157–164. doi:10.1016/j.agee.2006.01.012
- Teillard, F., Doyen, L., Dross, C., Jiguet, F., Tichit, M., 2016. Optimal allocations of agricultural intensity reveal win-no loss solutions for food production and biodiversity. *Reg. Environ. Chang.* doi:10.1007/s10113-016-0947-x
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - Ecosystem service management. *Ecol. Lett.* 8, 857–874. doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x
- Vaughan, N., 1997. The diets of British bats (Chiroptera). *Mamm. Rev.* 27, 77–94. doi:10.1111/j.1365-2907.1997.tb00373.x
- Wardle, D.A., Nicholson, K.S., Bonner, K.I., Yeates, G.W., 1999. Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal variability over a seven-year period. *Soil Biol. Biochem.* 31, 1691–1706. doi:10.1016/S0038-0717(99)00089-9
- Wickramasinghe, L.P., Harris, S., Jones, G., Jennings, N.V., 2004. Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: Effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conserv. Biol.* 18, 1283–1292. doi:10.1111/j.1523-1739.2004.00152.x
- Wickramasinghe, Harris, Jones, Vaughan, 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *J. Appl. Ecol.* 40, 984–993. doi:DOI 10.1111/j.1365-2664.2003.00856.x
- Zimmermann, A., Britz, W., 2016. European farms' participation in agri-environmental measures. *Land use policy* 50, 214–228. doi:10.1016/j.landusepol.2015.09.019
- Zuur, A., Ieno, E., Elphick, C., 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods Ecol. Evol.* 1, 3–14. doi:10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., Smith, G.M., 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R, Springer Science & Business Media, Statistics for Biology and Health. doi:10.1007/978-0-387-87458-6

Annexes

Appendix S1. Agricultural context of study

Table S1.1. Mean agricultural yields in 2015 of the main crops in France and Ile-de-France region compared to European Union.

Crop types	Agricultural yield (100 kg/ha)		
	Europe	France	Ile-de-France region
barley	61.97	63.30	67.05
corn	72.23	90.5	100.21
pea	28.26	45.12	45.27
rape	29.81	29.30	29.49
sugar beet	679.45	826.89	809.28
wheat	54.75	72.64	81.33

References

Eurostat, 2015. European statistics explained. Available at: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

Agreste, 2015. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité, et de l'Aménagement du Territoire. Available at: <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar/faces/report/welcomeReport.jsp>

Table S1.2. Proportion of the main land cover in Ile-de-France region and study site compared to France.

Land use	France	Ile-de-France region	Study site
agricultural areas (mainly, arable land)	53%	59%	57%
forest and semi natural areas	35%	22%	16%
artificial surfaces	9%	18%	25%
wetlands and water bodies	3%	1%	2%

Table S1.3. Proportion of the Utilized Agricultural Land (UAL) and trends in organic farming in France and Ile-de-France region compared to Europe.

Organic farming type	Europe		France		Ile-de-France region		Study site
	% UAL	2011-2015 trend (%)	% UAL	2011-2015 trend (%)	% UAL	2011-2015 trend (%)	% UAL
Arable crops	4.9	/	2.5	+ 52.7	1.4	/	4.1
Total	2.4	+ 21.1	4.9	+ 58.6	2.0	+ 46.5	4.1

References

Agence Bio, 2016. Agence Française pour le Développement et la Promotion de l’Agriculture Biologique. Available at:

http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/CC2016_TERRITOIRES.pdf

Agence Bio, 2015. Agence Française pour le Développement et la Promotion de l’Agriculture Biologique. Available at:

http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/Regions/CC_fiche_IDF.pdf

FiBL-IFOAM, 2014. Organic Farming Statistics. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Available at: <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1698-organic-world-2016.pdf>

Eurostat, 2013. European statistics explained. Available at: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Utilised agricultural area, by land use, 2010 \(1 000 hectares\) AgriPB13.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Utilised_agricultural_area,_by_land_use,_2010_(1_000_hectares)_AgriPB13.png)

Eurostat, 2015. European statistics explained. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics

Table S1.4. Proportion of the three types of soil management in arable and wheat crops for France, Ile-de-France and study site.

Type of soil management	France		Ile-de-France region		Study site	
	Arable land	Wheat	Arable land	Wheat	Arable land	Wheat
Tillage	70.1	56.0	78.6	/	85.7	/
Conservation tillage	28.4	39.6	21.4	/	14.3	/
Direct-seeding	1.4	/	/	/	0	0

Data is missing in Agreste (2011) dataset for France and Ile-de-France region and not available for the study site as although types of soil management were known on all fields of the study area, crop rotations were not.

Tillage is a classic ploughing method (inversion of soil to a depth of a minimum of 30 cm), conservation tillage is a no-ploughing method comprising of a superficial tillage without destructuring the soil (often harrowing and smoothing), and direct-seeding is a complete no-tillage method (whether deep or superficial).

Reference

Agreste, 2011. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité, et de l'Aménagement du Territoire. Available at: <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar/faces/report/welcomeReport.jsp>

Appendix S2. Landscape composition around recording sites

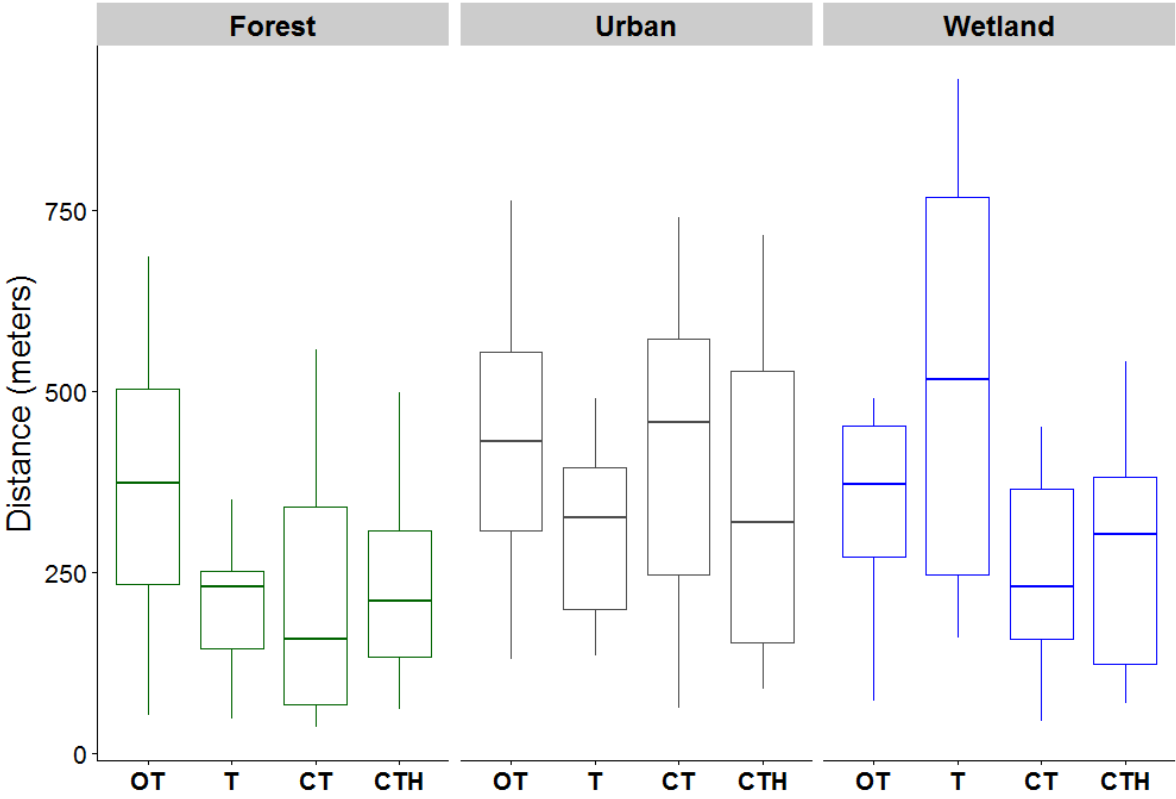


Fig. S2.1. Distance of sampling sites according to the farming system (OT: organic tillage; CT: conservation tillage fields; CTH: conservation tillage fields using more herbicide; T: tillage) to the nearest landscape elements (Forest, Urban and Wetland).

Appendix S3. Characteristics of farming systems

Table S3.1. Quantities of active substances of herbicides used in three conventional systems according to month of application. Note that for a given system and month, all herbicides are used in combination (e.g. Toiseau + Spow in September for CTH system).

Month of application	Trade names	Active substances	Quantity (L/Ha)		
			CT	CTH	T
September					
	Toiseau	Diflufenicanil	/	0.3	/
	Fosburi	Diflufenicanil + Flufenacet	/	/	/
	Aubaine	Isoxaben + Chlorotoluron	/	/	/
	Defi	Metsulfuron-methyl	/	/	/
	Spow	Prosulfocarb	/	2.0	/
October					
	Toiseau	Diflufenicanil	/	/	/
	Fosburi	Diflufenicanil + Flufenacet	/	/	0.4
	Aubaine	Isoxaben + Chlorotoluron	1.5	1.5	1.5
	Defi	Metsulfuron-methyl	2.5	2.5	2.5
	Spow	Prosulfocarb	/	/	/
March					
	Toiseau	Diflufenicanil	/	/	/
	Fosburi	Diflufenicanil + Flufenacet	0.4	0.4	0.4
	Aubaine	Isoxaben + Chlorotoluron	/	/	/
	Defi	Metsulfuron-methyl	2.5	2.5	2.5
	Spow	Prosulfocarb	/	/	/

Molecular formula

Chlorotoluron: $C_{10}H_{13}ClN_2O$; Diflufenicanil: $C_{19}H_{11}F_5N_2O_2$; Flufenacet: $C_{14}H_{13}F_4N_3O_2S$; Isoxaben: $C_{18}H_{24}N_2O_4$; Metsulfuron-methyl: $C_{14}H_{15}N_5O_6S$; Prosulfocarb: $C_{14}H_{21}NOS$

Aubaine will be prohibited from 2018.

Table S3.2. Quantities of active substances of fungicides used in three conventional systems according to month of application. Note that for a given month, fungicide was used alone or in combination (i.e. Sunorg pro + Prochloraz + Fongil; Librax + Cinch pro + Tazer; Piano; Xtra + Cherokee; Librax + Comet; Prosaro).

Month of application	Trade names	Active substances	Quantity (L/Ha)		
			CT	CTH	T
<i>April</i>					
	Fongil	Chlorothalonil	0.5	/	0.5
	Cherokee	Chlorothalonil + Cyproconazole + Propiconazole	1.0	1.0	1.0
	Xtra	Cyproconazol + Azoxystrobin	0.3	0.3	0.3
	Sunorg pro	Metconazole	0.5	/	0.5
	Prochloraz	Prochloraz	0.5	/	0.5
<i>May</i>					
	Tazer	Azoxystrobin	0.2	/	0.2
	Cinch pro	Metconazole	0.2	/	0.2
	Librax	Metconazole + Fluxapyroxad	1.0	1.0	1.0
	Comet	Pyraclostrobin	0.3	0.3	0.3
<i>June</i>					
	Piano	Prothioconazole + Tebuconazole	0.4	/	0.4
	Prosaro	Prothioconazole + Tebuconazole	0.7	0.7	0.7

Molecular formula

Azoxystrobin: C₂₂H₁₇N₃O₅; Chlorothalonil: C₈Cl₄N₂; Cyproconazol: C₁₅H₁₈ClN₃O; Fluxapyroxad: C₁₈H₁₂F₅N₃O; Metconazole: C₁₇H₂₂ClN₃O; Prochloraz: C₁₅H₁₆Cl₃N₃O₂; Propiconazole: C₁₅H₁₇Cl₂N₃O₂; Prothioconazole: C₁₄H₁₅Cl₂N₃O₅; Pyraclostrobin: C₁₉H₁₈ClN₃O₄; Tebuconazole: C₁₆H₂₂ClN₃O

Table S3.3. Previous crop of wheat fields studied, number of fields and number of sampling sites (in parentheses) according to farming systems (OT: organic tillage fields; CT: conservation tillage fields; CTH: conservation tillage fields using more herbicide; T: tillage fields). In all systems wheat crops are implemented every two years followed by field bean or lucerne in OT system; maize, field bean, barley or rape for CT system; field bean or rape for CTH system; maize, field bean or barley for T system. However, the lucerne in OT system is implemented every three years. Organic fields are established for more than ten years, conventional and conservation tillage is performed on different fields each year according to the last crop and weather conditions in August to October. The last crops were field bean and lucerne for OT system, field bean and rape for CT system, rape and field bean for CTH system, maize and field bean for T system.

Farming systems	Last crops of wheat fields in farming systems				
	Field bean	Rape	Barley	Maize	Lucerne
OT	x				x
<i>no. of fields (sites)</i>	1 (8)				1 (4)
CT	x	x	x		
<i>no. of fields (sites)</i>	3 (8)	2 (5)			
CTH	x	x			
<i>no. of fields (sites)</i>	1 (1)	4 (17)			
T	x		x	x	
<i>no. of fields (sites)</i>	2 (4)			5 (17)	

Appendix S4. Additional results concerning bat monitoring, acoustic data validation and statistical analyses

Table S4.1. Number of sampled sites per night between 16 June and 23 June 2016 (OT: organic tillage fields; CT: conservation tillage fields; CTH: conservation tillage fields using more herbicide; T: tillage fields).

Farming systems	Number of sampled sites/night								Total
	06/16	06/17	06/18	06/19	06/20	06/21	06/22	06/23	
OT	3	2	2	2	1	1	1	0	12
CT	2	2	2	2	2	1	1	1	13
CTH	3	1	4	2	3	2	2	1	18
T	1	2	3	4	3	2	2	4	21
Total	9	7	11	10	9	6	6	6	64

Table S4.2. Summary of species assigned to bat passes in TADARIDA software among error probability, and final no. of bat passes used in models resulting from manual validations.

TADARIDA results			Manual validations			Real no. of bat passes	
Species	Probability classes	No.bat passes	checked %	% of errors	correction		
	0.5 - 0.6	1	100	100	Nyclei (1)	0	
<i>Eptesicus serotinus</i>	0.6 - 0.7	7	100	100	Nyclei (7)	0	0
	0.7 - 0.8	6	100	100	Nyclei (6)	0	
<i>Hypsugo savii</i>	0.6 - 0.7	1	100	100	Pipkuh (1)	0	0
<i>Myotis capaccinii</i>	0.2 - 0.3	1	100	100	Plecsp (1)	0	0
<i>Myotis daubentonii</i>	0.5 - 0.6	3	100	-	Myosp (3)	0	0
	0.6 - 0.7	1	100	-	Myosp (1)	0	
<i>Myotis nattereri</i>	0.6 - 0.7	1	100	-	Myosp (1)	0	0
	0.9 - 1	1	100	-	Myosp (1)	0	
<i>Myotis spp</i>	0.5 - 0.6	-	-	-	-	3	
	0.6 - 0.7	-	-	-	-	2	6
	0.9 - 1	-	-	-	-	1	
<i>Nyctalus leisleri</i>	0.5 - 0.6	-	-	-	-	1	
	0.6 - 0.7	-	-	-	-	7	16
	0.7 - 0.8	2	100	0	-	8	
<i>Nyctalus noctula</i>	0.5 - 0.6	7	100	0	-	7	
	0.6 - 0.7	5	100	0	-	5	32
	0.7 - 0.8	17	100	0	-	17	
	0.8 - 0.9	3	100	0	-	3	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.2 - 0.3	1	100	0	-	1	
	0.3 - 0.4	-	-	-	-	1	
	0.5 - 0.6	13	100	0	-	17	68
	0.6 - 0.7	30	100	0	-	39	
	0.7 - 0.8	5	100	0	-	10	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0.3 - 0.4	1	100	100	Pipkuh (1)	0	
	0.4 - 0.5	1	100	0	-	1	
	0.5 - 0.6	17	100	47.1	Pippip (4); Pipkuh (4)	9	79
	0.6 - 0.7	44	100	54.5	Pippip (13); Pipkuh (5)	20	
	0.7 - 0.8	57	100	33.3	Pippip (14); Pipkuh (8)	38	
	0.8 - 0.9	11	100	0	-	11	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0.3 - 0.4	2	100	0	-	2	
	0.4 - 0.5	3	100	0	-	3	
	0.5 - 0.6	62	20	0	-	66	
	0.6 - 0.7	178	20	0	-	192	1125
	0.7 - 0.8	260	20	0	-	273	
	0.8 - 0.9	411	20	0	-	411	
	0.9 - 1	178	20	0	-	178	
<i>Plecotus austriacus</i>	0.6 - 0.7	1	100	-	Plecsp (1)	0	0
<i>Plecotus spp</i>	0.2 - 0.3	-	-	-	-	1	2
	0.6 - 0.7	-	-	-	-	1	

(Nyclei: *Nyctalus leisleri*; Pipkuh: *Pipistrellus kuhlii*; Pippip: *Pipistrellus pipistrellus*; Plecsp: *Plecotus spp*; Myosp: *Myotis spp*)

Using BatSound© software version 4.03, we checked by screening all calls of species assigned in TADARIDA software, except for *Pipistrellus pipistrellus* where all calls between 0 to 0.4 confidence indices and randomly 20% of each other 0.1 indices classes were checked. When nothing is written in “manual validations” and “TADARIDA results”, bat passes come from errors in other species (i.e. *Nyctalus leisleri* and *Pipistrellus kuhlii*) or impossibility of determination at species level (i.e. *Myotis spp* and *Plecotus spp*).

Table S4.3. Full composition of each species, genera and richness models. In bold are indicate correlated variables which were not included together during the multi-model inference using the dredge function in R.

Dependant variables	Full models
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	system + hedgerows + roads + wetlands + (1 date)
<i>Pipistrellus nathusii</i>	system + boundaries + roads + hedgerows + (1 date)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	system + roads + boundaries + wetlands + (1 date)
<i>Pipistrellus spp.</i>	system + wetlands + roads + hedgerows + (1 date) + (1 species)
<i>Nyctalus spp.</i>	system + wetlands + forests + hedgerows + (1 date)
Richness	system + wetlands + roads + hedgerows + (1 date)

Table S4.4. Results of Kruskal-Wallis tests between land-use and farming system variables. Note that significant relations in bold did not cause problems in VIF analysis performed (< 2 for each covariable) of full models.

	Kruskal-Wallis test	
	ks	p-value
Distance to roads	1.754	0.625
Distance to boundaries	1.722	0.632
Distance to hedgerows	10.050	0.018
Distance to wetlands	14.287	0.003
Distance to forests	6.454	0.091
Distance to urban areas	4.983	0.173

Table S4.5. Correlation coefficients of covariables included in the analysis.

	Wetlands	Hedgerows	Urban areas	Boundaries	Roads
Forests	0.001	0.014	0.319	-0.126	-0.184
Wetlands		0.763	0.208	0.122	0.104
Hedgerows			0.133	0.095	0.114
Urban areas				0.304	0.287
Boundaries					0.945

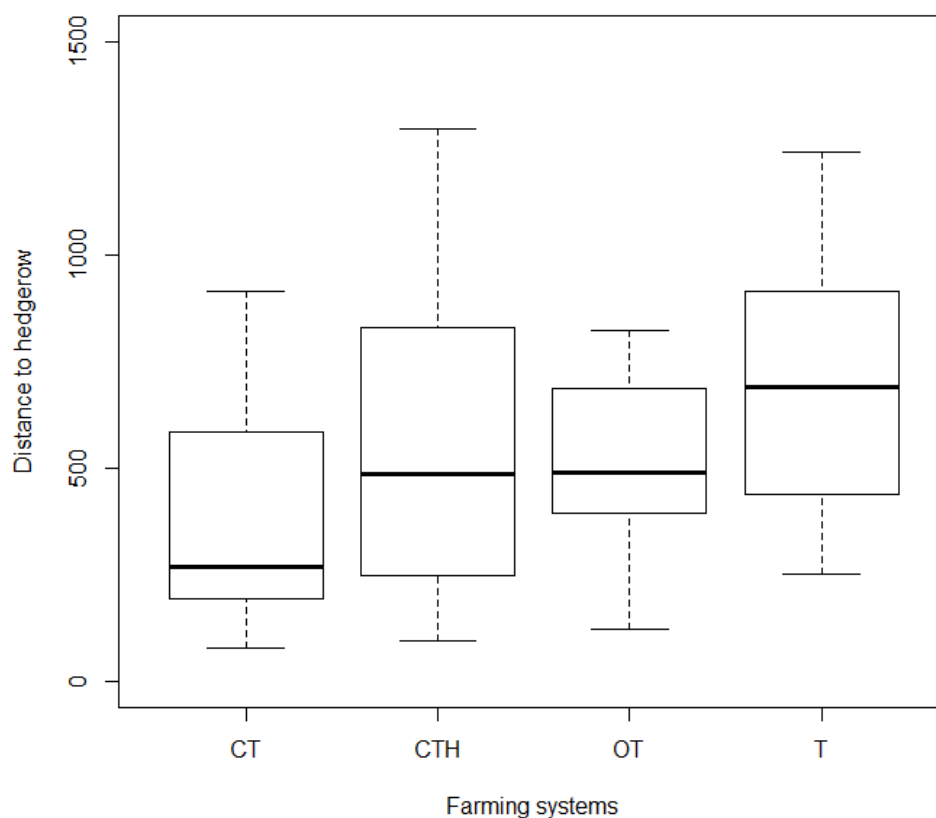


Fig. S4.1. Distance of sampling sites to hedgerows according to the farming system (OT: organic tillage; CT: conservation tillage fields; CTH: conservation tillage fields using more herbicide; T: tillage).

Table S4.6: results of multi-model inference ranked by delta AICc < 2, for which correlated covariables (distance to hedgerows/wetlands and distance to roads/boundaries) were not included simultaneously.

Model number	Intercept	System	Forest	Boundaries	Hedgerow	Wetland	Road	DF	AICc	delta AICc	weight
<i>Nyctalus spp.</i>											
2	-2.40	+						5	47.20	0.00	0.25
1	-2.10							2	48.40	1.21	0.14
4	-2.16	+	-0.49					6	48.50	1.29	0.13
3	-2.22		-0.59					3	49.00	1.85	0.10
<i>Pipistrellus kuhlii</i>											
6	0.71	+					-0.51	7	171.30	0.00	0.29
8	0.69	+			-0.37		-0.47	8	172.20	0.87	0.19
4	0.54	+			-0.43			7	173.10	1.77	0.12
2	0.56	+						6	173.10	1.79	0.12
<i>Pipistrellus nathusii</i>											
1	0.22							3	184.60	0.00	0.28
9	0.17						-0.33	4	185.30	0.69	0.20
3	0.19			-0.24				4	185.90	1.36	0.14
5	0.21				0.17			4	186.50	1.89	0.11
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>											
6	3.59	+					-0.57	7	445.60	0.00	0.54
<i>Pipistrellus spp.</i>											
6	1.62	+					-0.55	8	785.20	0.00	0.55
8	1.64	+			-0.18		-0.52	9	786.70	1.47	0.26
Richness											
2	0.98	+						6	211.60	0.00	0.34
6	1.00	+					-0.15	7	212.30	0.70	0.24
4	0.96	+			-0.11			7	213.30	1.73	0.14
10	0.96	+					-0.10	7	213.60	1.99	0.13

Table S4.7. Results of checking for potential spatial autocorrelation, using Moran's I tests on residuals of best models.

Species	Summary of Moran I's tests on residuals			
	Observed index	Expected index	Standard deviation	p-value
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0.005	-0.016	0.025	0.410
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.006	-0.016	0.024	0.370
<i>Pipistrellus nathusii</i>	-7.534E-05	-0.016	0.024	0.512
<i>Nyctalus spp.</i>	-0.030	-0.016	0.024	0.549
Species richness	-9.524E-04	-0.016	0.025	0.545

Table S4.8. Number of bat passes, proportion (species bat passes/total bat passes) and occurrence (% of sites where species were recorded) of species and genera from acoustic validation results. In bold are indicate species and genera which were included in statistical analyses, others contributed to the construction of the richness dependant variable.

Species	No. of bat passes	Proportion (%)	Occurrence (%)
<i>Myotis spp.</i>	6	0.45	7.81
<i>Nyctalus leisleri</i>	16	1.20	6.25
<i>Nyctalus noctula</i>	32	2.41	7.81
<i>Nyctalus spp.</i>	54	3.61	10.94
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	68	5.12	35.94
<i>Pipistrellus nathusii</i>	79	5.95	34.38
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1125	84.71	67.19
<i>Pipistrellus spp.</i>	1272	95.78	68.75
<i>Plecotus spp.</i>	2	0.15	3.13

Table S4.9. Pseudo R² for each covariable of full models calculated from generalized linear models (GLM) only including the farming system and date variables (and species for *Pipistrellus spp.* model). R² were calculating using “1-(null deviance/residual deviance)” formula.

Dependant variables	Independant variables						
	Farming system	Forest	Wetland	Urban	Hedgerow	Boundaries	Road
<i>Nyctalus spp.</i>	0.34	0.19	0.15	-	0.17	-	-
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.32	-	0.20	-	0.27	-	0.20
<i>Pipistrellus nathusii</i>	0.28	-	-	-	0.19	0.21	0.22
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0.31	-	0.18	-	-	0.16	0.17
<i>Pipistrellus spp.</i>	0.50	-	0.43	-	0.44	-	0.43
Richness	0.33	-	0.17	-	0.19	-	0.12

Optimiser les gains écologiques de la simplification du travail du sol

L'étude précédente montre globalement que le fait d'arrêter le labour au profit d'un travail uniquement superficiel se traduit par une augmentation de l'activité des chiroptères. Cependant, ces bénéfices sont contrastés en fonction du nombre de passages d'herbicides réalisés. Il ressort que supprimer un passage d'herbicide non sélectif à l'automne, tout en restant dans un objectif de maintien du rendement, accroît considérablement le gain apporté par le non labour pour les chiroptères. Plus encore, cela permet à ce système conventionnel d'engendrer une activité en chiroptères comparable à celle constatée en système biologique. La mesure de l'activité en chiroptères telle qu'elle a été effectuée dans cette étude est une mesure à priori très proche de la ressource en proies arthropodes (Wickramasinghe et al. 2004 ; Charbonnier et al. 2014). Ces proies étant elles-mêmes dépendantes des plantes hôtes, l'impact des herbicides se situe donc à tous les niveaux de la chaîne trophique, ce qui est cohérent avec la littérature existante (Taylor et al. 2006 ; Evans et al. 2010 ; Chiron et al. 2014 ; Petit et al. 2015).

Pour aller plus loin dans l'étude de ces pratiques, il existe une simplification du travail du sol plus extrême consistant à ne plus du tout travailler le sol en dehors des opérations de semis, de traitement et de fertilisation, nommée **le semi-direct**, qui n'a pas été étudié dans l'article 4. Le semi-direct consiste toujours à semer la culture entre les résidus de la culture précédente déjà récoltée. Une nouvelle fois, il existe plusieurs possibilités de réaliser un semi-direct, qui résideront notamment dans la façon de gérer la végétation spontanée. Ces possibilités comportent en particulier 2 stratégies : i) pour pallier l'absence totale de travail du sol, un couvert herbacé temporaire peut être implanté entre la récolte et le semis de la culture suivante afin de concurrencer la végétation spontanée, ou ii) l'agriculteur peut faire le choix

d'utiliser uniquement les herbicides. Dans les deux cas, l'absence de travail du sol est donc identique, mais les pratiques sous-jacentes très différentes.

Ces différences, ainsi que le semi-direct lui-même intrinsèquement différent d'un simple non labour, peuvent également constituer des causes d'absence de consensus (présenté dans la section précédente) sur l'effet de la simplification du travail du sol sur l'avifaune (les chiroptères n'étant jusqu'ici pas traités dans la littérature). En effet, ces études sont soit réalisées à l'échelle du labour de conservation (Flickinger & Pendleton 1994 ; Lokemoen & Beiser 1997 ; Shutler et al. 2000 ; Filippi-Codaccioni et al. 2009), englobant implicitement le non labour et le semi-direct, soit à l'échelle du semi-direct (Field et al. 2007 ; VanBeek et al. 2014). Les deux seules études ayant à ma connaissance étudié l'effet du semi-direct sur l'avifaune ne prenaient en compte qu'un seul type de semi-direct par étude, sans en décrire précisément les pratiques associées et sans forcément utiliser de témoins en labour conventionnel pour comparaison (Field et al. 2007 ; VanBeek et al. 2014). Field et al. (2007) ont étudié l'abondance en oiseaux sur les parcelles agricoles durant trois hivers, montrant des abondances significativement plus élevées sur les parcelles en semi-direct que celles en labour conventionnel pour les espèces de passereaux granivores en général, les étourneaux et les alouettes. En revanche, VanBeek et al. (2014) ont étudié la densité en nids dans les parcelles et le taux de survie des poussins, en montrant que ces deux paramètres étaient globalement significativement plus élevés sur les parcelles en semi-direct que celles en non labour.

Dans ce contexte, il paraissait nécessaire de clarifier l'effet du semi-direct par rapport aux effets d'un labour conventionnel sur l'avifaune, tout en comparant plusieurs modes de gestion de la végétation spontanée associés aux semi-directs, comme par exemple les deux possibilités les plus opposées à savoir : i) une absence de travail du sol, sans couvert herbacé et avec plusieurs herbicides avant le semis et ii) une absence de travail du sol avec un couvert herbacé intermédiaire suivi de sa destruction par un passage de rouleau ainsi qu'un herbicide

avant le semis. J'ai ainsi conduit une expérimentation de terrain permettant de comparer l'abondance en oiseaux nicheurs pour chacun de ces deux types de semi-direct avec des parcelles témoins en labour conventionnel. J'ai donc étudié en Ile-de-France 18 parcelles (49 points d'écoute) de semi-direct n'utilisant que les herbicides, en y associant 25 parcelles (51 points d'écoute) témoins en labour conventionnel, ainsi que 7 parcelles (30 points d'écoute) en semi-direct utilisant un couvert herbacé et moins d'herbicides en y associant également 13 parcelles (33 points d'écoute) témoins. Les résultats montrent globalement que pour 5 espèces agricoles l'abondance est 2.3 à 4.1 fois plus élevée sur les parcelles en semi-direct avec couvert herbacé que celles en labour conventionnel, et inversement pour 2 espèces agricoles l'abondance est 2.1 à 2.2 fois moins élevée sur les parcelles en semi-direct utilisant beaucoup d'herbicides que sur les parcelles en labour conventionnel, et des différences non significatives pour toutes les autres espèces testées. Ces résultats soulignent l'importance de considérer le système agricole dans son intégralité, avec des réponses pour une même composante (ici le travail du sol) pouvant être opposées selon le mode de gestion de la végétation spontanée.

Article 5

Weed control method drives conservation tillage efficiency on farmland breeding birds.

Kévin Barré^{1,2}, Isabelle Le Viol¹, Romain Julliard¹, Christian Kerbiriou¹

¹ Muséum national d'Histoire naturelle, Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France

² Agrosolutions, 83 Avenue de la Grande Armée, 75782 Paris, France

Corresponding author:

Kévin Barré

kevin.barre@edu.mnhn.fr

Phone: 01 40 79 38 31

Key words: direct seeding, farmland biodiversity, farming practices, herbicide, no-till, ploughing.

Summary

Crops management is known to influence biodiversity, especially conservation tillage (CT, no-till) often found as a positive method compared to conventional tillage (T, inversion of soil) but without controlling for underlying farming practices. There are many ways to perform CT, in particular concerning the control of weeds, but few studies have taken into account these methods, which could explain the lack of consensus about the effect of CT compared to T. We tested differences in breeding birds abundance between CT and T while accounting for weed control methods in oilseed rape and wheat CT fields. During the intercrop period, one CT system used a cover crop to control weeds (CTcc), the other used herbicides (CTh) and the control (T) system only used a tillage. We made CTcc/T and CTh/T comparisons by sampling bird abundance (respectively 49 CTcc/51 T and 30 CTh/33 T point counts). We show substantial differences between CTcc and CTh as we detected greater bird abundances in CTcc than T for 5 species (2.3- 4.1 times more individuals) and a lower abundance in CTh than T for 2 species (2.1- 2.2 times less individuals). Our results demonstrate the importance to account for system features to ensure the CT efficiency for farmland birds, declining strongly in Europe since 1980 (-55 to -67%). Results also highlight an even more negative impact of herbicides than tillage, showing that stopping tillage to intensify herbicide use is not a promising way.

1. Introduction

Historically, agricultural areas, and more specifically arable lands, represent an important proportion of Europe (respectively 35.6 and 21.1%; Eurostat, 2016a). Changes in farmland, such as intensification processes including increased use of fertilizers, pesticides, and homogenization of the farming landscape in space and time, are the main causes of decline in the diversity and abundance of wildlife (Bengtsson et al., 2005; Benton et al., 2003). These effects have been observed on many taxa in Europe (e.g. plants and invertebrates: Wilson et al., 1999; birds: Donald et al., 2001; bats: Wickramasinghe et al., 2003; moths: Fox, 2013). The Common Agricultural Policy (CAP) has been, and still is, a major driving force behind land use intensification through the stimulation and modernization of agricultural production (Van Zanten et al., 2014). Since 2013, the CAP includes new greening requirements (e.g. reduction of grassland fertilization, grass strips, mowing deferment, flowery fallows) such as ecological focused areas (EFA, direct payments in the first pillar) and changes in agri-environmental schemes (AES) including agri-environmental managements (AEM, payments on a voluntary basis in the second pillar). Within the European policy, greening measures are increasingly claimed to be important tools for the maintenance and restoration of farmland biodiversity in Europe. While AES do not result in a decrease of crop yields (Pywell et al., 2015), so far they have only had marginal to moderate positive effects on biodiversity, especially because they do not differentiate common and endangered species and are applied on too small and/or wild areas (Kleijn et al., 2006). The CAP also encourages farmland to be managed as EFA in order to maintain biodiversity. These EFA, covering 3-7% of European farms, can contribute to increase richness of species, but differences between the 3 and 7% limits were considerable for butterflies, birds and hoverflies (Cormont et al., 2016). In addition, a meta-analysis conducted by Batary et al. (Batary et al., 2011) showed that AEM were not a very efficient way of spending the limited funds available for biodiversity

conservation on farmland. While AEM and EFA can concern a few Used Agricultural Area in Europe (Eurostat, 2009), alternative cropping practices, such as lengthening and diversification of crop rotation (Josefsson et al., 2016; Miguet et al., 2013) and the reduction of soil tillage (Holland, 2004), have been identified as providing more favourable conditions for biodiversity in farmland. Such alternative practices are not included in AES/AEM and EFA policies.

Compared to conventional tillage (inversion of soil with a minimum of 30 cm depth), conservation tillage (i.e. non-inversion of soil) can have beneficial consequences on soil structure and fertility, soil organic carbon sequestration, crop diseases and pests, hydrology and water quality regulation, weed control (Holland, 2004; Kuhn et al., 2016; Power, 2010; Soane et al., 2012; Tamburini et al., 2016b), and biodiversity (Boscutti et al., 2014; Holland, 2004; Kladivko, 2001). Therefore, it is expected to have positive effects for many taxa such as flora, soil fauna and birds (Holland, 2004). It was also found to improve aphid predation, and to mitigate the negative effects of landscape simplification on biological control (Tamburini et al., 2016a). Several studies have shown that the abundance and diversity of bird species during the breeding period was higher in conservation tillage fields (Flickinger and Pendleton, 1994; Lokemoen and Beiser, 1997; Shutler et al., 2000). Positive effects of conservation tillage have also been identified in the wintering period, with a higher abundance of seed-eating birds on arable fields compared to conventional tillage (Field et al., 2007). However, at the community level, Filippi-Codaccioni, Clobert & Julliard (Filippi-Codaccioni et al., 2009) did not detect any differences in habitat specialist species abundance between conservation and conventional tillage. Moreover, they found that farmland specialist bird species have lower abundance in conservation tillage compared to conventional tillage (Filippi-Codaccioni et al., 2009), including some farmland flagship species such as the Eurasian skylark (*Alauda arvensis*).

Thus, according to published studies, there is no consensus on the net effect of conservation tillage. Possibly, this lack of consistent effects of conservation tillage could be linked to variations in other farming practices associated to conservation tillage and especially the method used to control weeds (combining cover crop or superficial tillage with herbicide, or using herbicides only). However, few of the published studies accurately specified the method of weed control occurring between harvest of the previous crop and seeding of the new one, and in the case of cover crop, how this cover is destroyed before seeding the next crop (Field et al., 2007; Filippi-Codaccioni et al., 2009; Flickinger and Pendleton, 1994; Lokemoen and Beiser, 1997; Shutler et al., 2000). In addition, the study that best describes practices during the intercrop (Field et al., 2007) did not conduct bird counts during the breeding period of birds.

To our knowledge, only one study (VanBeek et al., 2014) compared two systems of weed control in conservation tillage in soybean crops: (i) a superficial tillage (8-10 cm depth), using a cultipacker to smooth the soil surface and (ii) a no-till with direct seeding into the soil surface between rows of standing corn stubble (previous crop). In both systems, weeds were further controlled with a non-selective herbicide after seeding. The study found the highest bird nesting density in the no-till system (VanBeek et al., 2014). However, the study did not compare these systems with conventional tillage.

Hence, there is a need to assess the conservation tillage impact on biodiversity compared to conventional tillage according to the weed control method to untangle ambiguous results from previous studies. Here we compare the abundance of breeding farmland bird species of two conservation tillage systems with conventional tillage in wheat and oilseed rape crops: (1) conservation tillage using a cover crop vs. conventional tillage, and (2) conservation tillage using only herbicide vs. conventional tillage. There is no soil-inversion and no superficial tillage in both conservation tillage systems.

2. Materials and methods

2.1. Study area and sampling design

The study was conducted in France, in the Île-de-France region (Essonne, Seine-et-Marne and Yvelines departments), in an intensive agricultural landscape with a higher yield production than the national average except for sugar beet (Appendix A, table A1). This region is covered by 59% agricultural areas, 22% forest and semi natural areas, 18% artificial surfaces and 1% wetlands and water bodies, calculated from Corine Land Cover data. The agricultural areas are dominated by arable land (90%) for intensive cropping of cereals (62 %, wheat, and barley), rape (14%), corn (14%), sugar beet (6%) and peas (4%; Agreste, 2010). Due to the scarcity of conservation tillage (CT) systems, two study sites 58 km apart were selected, one for the conservation tillage using a cover crop (CTcc) vs. conventional tillage (T) comparison (site A) and one for the conservation tillage using herbicides (CTh) vs. conventional tillage (T) comparison (site B; Figure 1). Land use around the two study sites, calculated from convex polygon of sampled points, was representative to the typical land use in Île-de-France (Appendix A, table A2).

We selected all known CTcc and CTh fields in the study area. Our conventional tillage fields (T) were chosen with the aim to minimize differences in landscape composition with CT fields (CTcc and CTh), in the same farming landscapes and relatively close to CT fields (range: 0.2-14 km, mean= 3.7 km, SD=4.7 km), to minimize as possible the landscape context effect (Figure 1; Appendix B, figure B1). However, we accounted for this environmental context in modelling procedure (see statistical analyses). The number and the mean area of fields for both systems in the two sites (i.e. CTcc/T in site A and CTh/T in site B) were heterogeneous (Table 1) and were thus taken into account in statistical analyses.

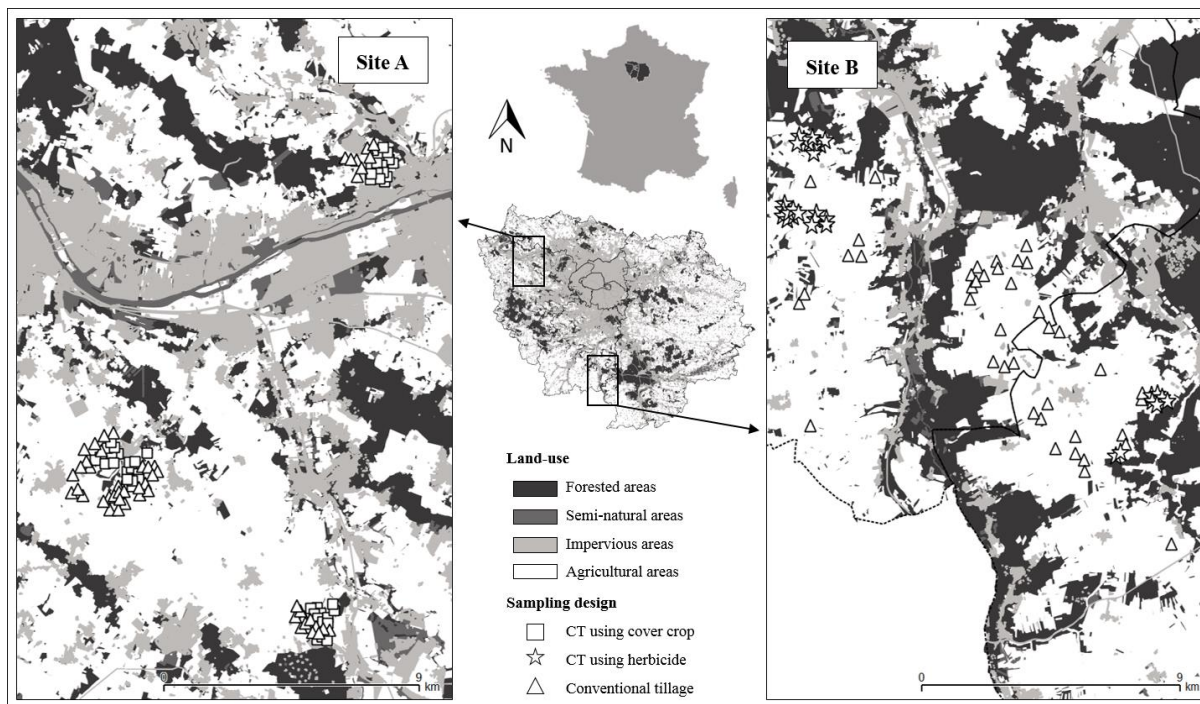


Figure 1: land-use map of the two study areas in Île-de-France region showing sampling points of conservation tillage (CTcc, CTh) and conventional tillage (T).

2.2. Features of studied farming practices

For all fields in both study sites, we characterised farming practices and particularly weed control methods. The weed control in T fields (site A and B) between the harvest of the previous crop in late summer and the seeding of the new one in autumn, included one or two events of superficial tillage of the upper soil layer (8-10 cm depth). Then, a tillage (ploughing, soil inversion to a minimum of 30 cm depth) was performed followed by a smoothing of soil surface, and finally seeding of the next crop followed by one herbicide (Figure 2).

Studied CT fields were characterized by non-inversion of soil for several years, and no superficial tillage with direct seeding under stubble of the previous crop. We studied two types of CT which differed in weed control methods. The first type of CT (site A) used a cover crop (CTcc) of oilseed rape suckers (after an oilseed rape crop) and/or leguminous crops (as a complement of rape suckers or alone after a wheat crop) between the harvest of the

previous crop and seeding of the new one (Figure 2). The cover crop was seeded while harvesting, and destroyed when seeding using a steamroller and one selective herbicide, thus allowing the newly seeded crop to grow and take over. The second type of CT (site B) used a non-selective herbicide (glyphosate) to control weeds (CTh), without cover crop, with 1-2 treatment events between harvest and seeding, and one selective herbicide following seeding. Thus, in all 3 systems one selective herbicide is used when seeding the next crop (in CTcc it is the same as to destroy the cover crop), then 1 or 2 until spring. Thus, CTh uses more numerous herbicide treatments than T and CTcc (Figure 2). In all 3 systems, wheat and oilseed rape were harvested in late July to early August, and the seeding was performed in October for wheat and in late August to early September for oilseed rape (Figure 2). In both study sites, for CT fields, the crop rotation is 2 years with wheat followed by oilseed rape, and for T fields the rotation is 3 years, with wheat every 2 years followed by either oilseed rape, spring barley, sugar beet, corn, field bean, potato, or pea.

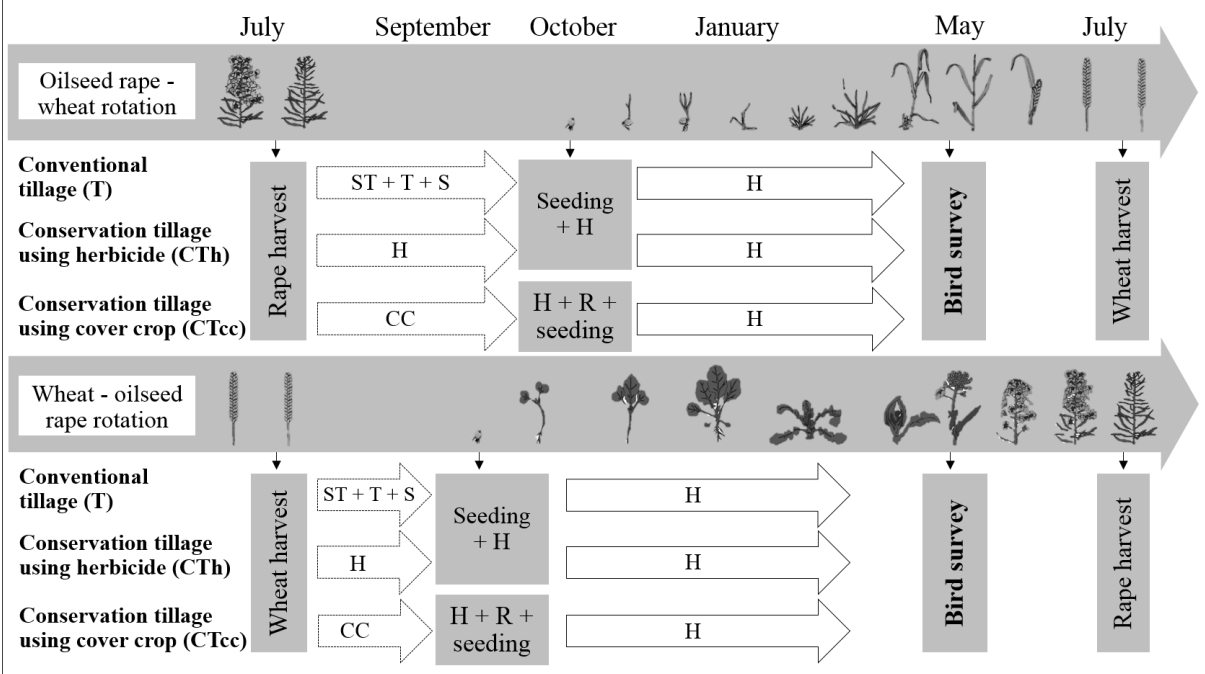


Figure 2: chronology of interventions for an entire year in wheat and oilseed rape fields in the 3 studied systems (ST: superficial tillage; T: tillage, S: soil surface smoothing; H: herbicide; CC: cover crop; R: steamroller).

2.3. *Bird census*

We sampled bird abundance using the “point” counts method for CTcc and CTh, and their respective controls (i.e. T in site A and B) in wheat and oilseed rape crops (Table 1). All counts were performed by the same observer (Kévin Barré). Bird counts were carried out in spring 2015 at 163 points across 10 mornings between June 5th and June 15th, following the recommendations of the French Breeding Bird Survey (Jiguet et al., 2012; STOC-EPS, 2013). For each sampling date we performed a number of CT and T point counts by balancing as far as possible (Appendix B, table B3). For a given field, points were separated by at least 200 m to ensure their independence. For the most of CTcc and CTh fields due to their scarcity, we performed a maximum of independent point counts per field. It was the same way for some T fields, and few point counts in all other fields when minimization of differences in landscape between CTcc and T as well as CTh and T was needed. Thus, the maximum number of point counts per field depended on field size (range: 1-8 point counts/field). The duration of count per point was 5 minutes between 6:00 am to 10:00 am when species are known to be most active (Ralph et al., 1995). The detectability of birds is influenced by weather and time-of-day parameters (Bas et al., 2008). Thus, the exact time of count was recorded, as well as the date, wind speed, temperature and cloud coverage. Note that bird counts were only carried out when weather conditions were favourable (i.e. no rain, low wind speed of < 4 m/s, temperature > 12 °C). For each point count, all detected individuals in a radius of 100 m, identified from their call or song, or using binoculars, were recorded. The observer placed himself on the side of selected fields, at least 100 m away from a field corner, in order that the selected field covers at least 50% of the area within 100 m radius. No difference in wheat or oilseed rape structure (density, height) were detected across systems (CTcc, CTh, T). Thus, we hypothesized that the mean detectability of a given species, for a given crop type, was the

same across systems and did not require accounting for detectability by setting up a replicated design.

Table 3: number of independent count points sampled, number and mean area of fields (\pm standard deviation) under conservation tillage (CT) and conventional tillage (T) systems according to the weed control method (cc: cover crop; h: herbicides) and crops.

	Site A		Site B	
	CTcc	T	CTh	T
<i>Count points</i>				
Wheat	25	25	19	18
Oilseed rape	24	26	11	15
<i>Number of fields</i>				
Wheat	9	14	4	13
Oilseed rape	9	11	3	10
<i>Mean area of fields (ha)</i>				
Wheat	14.0 (\pm 13.2)	14.5 (\pm 8.0)	25.4 (\pm 6.9)	18.6 (\pm 8.1)
Oilseed rape	8.6 (\pm 3.7)	14.3 (\pm 7.3)	14.3 (\pm 5.6)	7.9 (\pm 3.4)

2.4. Environmental covariables

Assuming that local farmland bird abundance depends on local land-use and landscape characteristics (Berg et al., 2015), in order to be consistent with the counting radius, we measured within a 100 m radius around point counts: the length of herbaceous boundaries, the number of crops, the field area and the proportion of the land-use covered by rare crops who are in less than 5% of point counts (Site A: corn, field bean, potato and pea; Site B: corn and pea; Appendix B, table B4). In addition, we took into account descriptors of landscape composition: the distance to the nearest forest, wetland and urban area, and the proportion of arable land within 200 m radius (Appendix B, §B1). Landscape data was provided by the

National Institute of Geography, from BD Topo for data on forest and urban areas and from BD Carthage for wetland data. Distances and areas were calculated using QGIS 2.6.

2.5. Statistical analyses

We performed generalized linear mixed models (GLMM, R package glmmADMB) with the aim to test potential difference of species abundances among farming systems. Our response variable was thus bird count at the point count and model included as fixed effect targeted variables (farming systems: CTcc, CTh and T; crop type: oilseed rape and wheat), environmental covariables (local and landscape characteristics) and site effect (A and B). Site effect was included to take into account potential abundance differences of species in T modality between both sites in order to allow accurate CTcc/T (site A) and CTh/T (site B) comparisons. Date of session, here a categorical variable, was included as random effect to account for weather conditions of sampling points performed in the same day and for take into account the hierarchical structure of the sampling (i.e. different farming systems sampled the same day). Because many fields (50%) only contain one point count, it was not possible to include a random effect at the field scale.

Analyses (CTcc/T and CTh/T comparisons) were performed on species with sufficient occurrences (species presence in more than 10% of point counts) using data from sites A and B. For some species (*Linnaria cannabina*, *Sylvia communis* and *Turdus merula*), the few occurrences found in site B did not allowed analyses. Consequently for these species, analyses were only performed for site A (CTcc/T comparison). For *L. cannabina* crop type was not included because there was no count event in wheat. Full models were constructed checking correlations between covariables and targeted variables (Kruskal Wallis tests, appendix B, tables B5 & B6), and between covariables ($r > 0.7$, appendix B, tables B7 & B8). Few correlations were detected and only between some covariables and targeted variables. However, this slight correlation did not involve multicollinearity problems in full models. We

performed a variance-inflation factors (R package VIF) on each full model (Fox and Monette, 1992). All variables showed a VIF value < 2 , meaning there was no striking evidence of multicollinearity (Chatterjee and Hadi, 2006). According to the characteristics of each species dataset (species in site A and B: $n=163$; species only in site A: $n=100$) we took into account respectively 8 and 6 variables in full models to avoid an over parametrization. For each species, we used a hierarchical partitioning (R package hier.part) to identify covariables (distances to wetland, to forest, to urban area, proportion of arable land within 200 m radius, crop number, proportion of rare crops, herbaceous boundaries length, minute after sunrise and field area) having the best conjoint contributions in order to implement them with targeted variables and site effect in full models (the 5 best predictive variables for models with both sites A and B and the 4 best predictive variables for models with only the site A). These steps allowed the construction of full models (Appendix C, table C9), in which we performed an interaction between tillage type and crop type:

- Full model for species with occurrence $> 10\%$ in both sites (CTcc/T and CTh/T comparisons)

Species abundance \sim tillage type + crop type + tillage type : crop type + site + the 5 best predictive covariables + (1|Date)

- Full model for species with occurrence $> 10\%$ only in site A (CTcc/T comparison)

Species abundance \sim tillage type + crop type + tillage type : crop type + the 4 best predictive covariables + (1|Date)

According to the nature of the response variables (bird counts) we used a Poisson error distribution (O'Hara and Kotze, 2010; Zuur et al., 2009). We checked the potential no-linear relation of minute after sunrise variable for each species using an additive generalized mixed

model (GAMM, R package mgcv) in order to evaluate the potential interest of including additional effects such as quadratic effects.

We generated from all full species models a set of candidate models containing all possible variable combinations ranked by corrected Akaike Information Criterion (AICc) using the dredge function. As the site effect for site A and B models was essential, we always kept it for all candidate models. For each set of candidate models, we did multi-model inference averaging on a delta AICc < 2 using the model.avg function to obtain an averaged regression coefficient for each fixed effect (R package MuMIn, Barton, 2015; Appendix C, table C10).

We used the allEffects function (R package effects) to get a predicted abundance of bird species from the best models in Figure 3. We checked the non-spatial autocorrelation on residuals of the full and best models for each species using dnearneigh and sp.correlogram functions associated to the Moran's I method (R package spatial,(Moran, 1950); Appendix C, Figures C2 and C3) and we assessed goodness-of-fit of GLMMs using the r.squaredGLMM function (R package MuMIn, Nakagawa and Schielzeth, 2013) to calculate the explained variance (R^2 ; Appendix C, table C11). We did not detect obvious problem in overdispersion ratio (0.77 to 1.39) on full and best models, except for *T. merula* having 0.59 and 0.69 ratio for which we used the negative binomial distribution in models (Appendix C, table C9). Finally, we compared estimated parameters and errors from the models averaged containing environmental covariables, and from the models only containing targeted variables, in order to check no-problems of confounding effects with environmental covariables. All significant tests were performed using a threshold of 5% in R statistical software v.3.3.1 (The R foundation for Statistical Computing 2016).

3. Results

3.1. Sampled species

Among the 13 and 16 bird species detected in A and B sites respectively, 3 species (*A. arvensis*, *Motacilla flava* and *Emberiza calandra*) were sufficiently frequent to perform analyses using data from sites A and B (i.e. CTcc/T and /CTh/T comparisons), and 3 species (*L. cannabina*, *S. communis* and *T. merula*) at the site A (i.e. CTcc/T comparison; Appendix C, table C12).

3.2. Selected candidate models

All candidate models with a delta AICc < 2 contained targeted variables (tillage and crop types), except for *L. cannabina* for which only 4 among 8 candidate models contained them. The tillage/crop type interaction was selected in all candidate models of *A. arvensis* and *E. calandra*, as well as one candidate model for *T. merula* (Appendix C, table C10).

3.3. Effect of conservation tillage according to the method of weed control

Contrasting effects of conservation tillage vs. conventional tillage were observed for both methods of weed control. In comparison to T, CTcc had a positive effect on the abundance of each species, with a significant effect for *A. arvensis*, *E. calandra*, *M. flava*, *S. communis* and *T. merula*, and no significant effect for *L. cannabina* (Table 2; Figure 3). It was the opposite for CTh which had a negative effect compared to T for all species, with a significant effect for *A. arvensis* and *M. flava*, and no significant effect for *E. calandra* (Table 2; Figure 3).

A. arvensis was significantly more abundant in wheat than in oilseed rape, while *M. flava*, *S. communis* and *T. merula* were significantly less abundant in wheat (Table 3).

The positive effect of CTcc was never preferentially linked to a given crop type. Similarly, the negative effects of CTh and T were always significantly linked to oilseed rape rather than wheat (Table 3).

Estimated parameters and their associated errors from models containing targeted variables alone did not differ to models adjusted by environmental covariables (Appendix C, table C13 & C14).

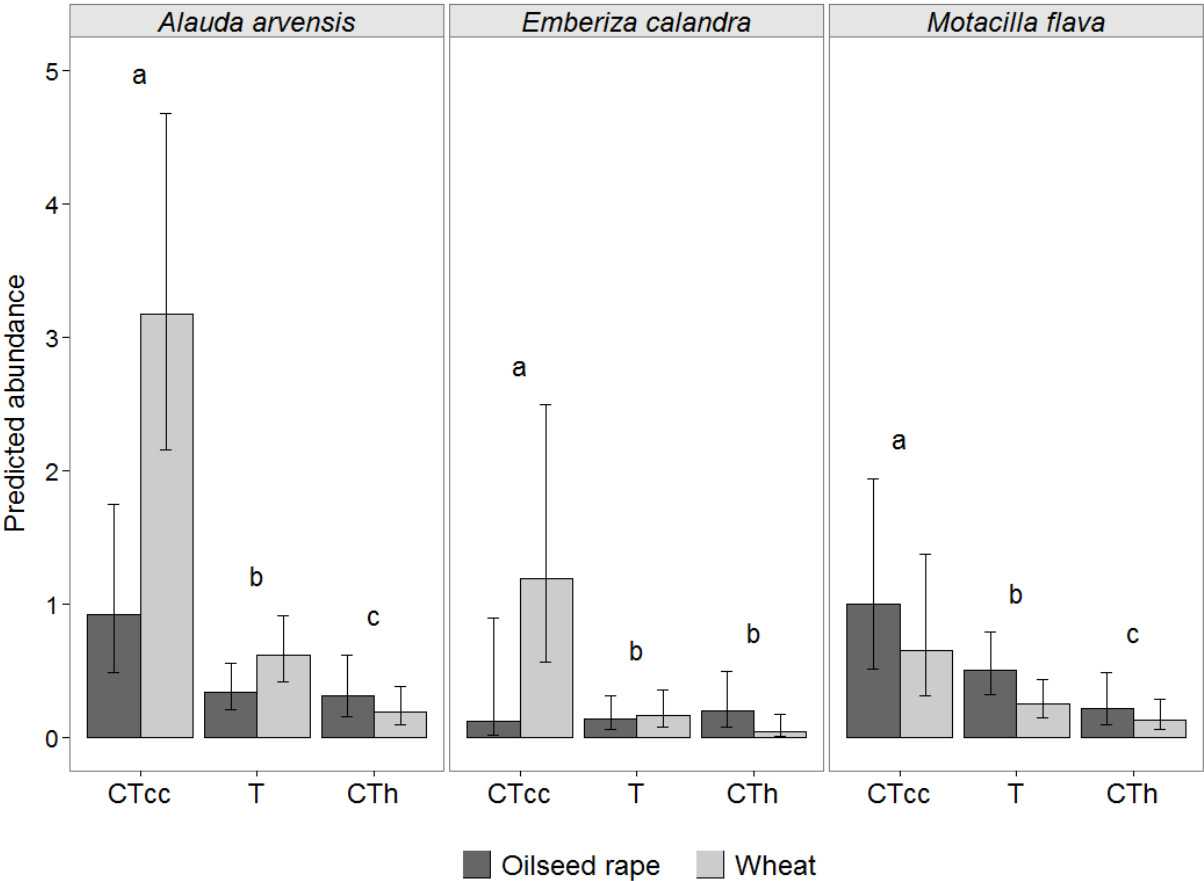


Figure 3: Predicted abundance per point count for *Alauda arvensis*, *Emberiza calandra* and *Motacilla flava* according to the 3 farming systems studied (CTcc: conservation tillage using cover crop; T: conventional tillage; CTh: conservation tillage using herbicide) and the crop type. Global significant differences between systems are shown in letter differences (a, b and c).

Table 2: model results for the two conservation tillage types (CTcc: cover crop; CTh: herbicide) compared to conventional tillage (T), crop type (OR: oilseed rape) and their interaction using a multi-model inference averaging on a delta AICc<2. For each species we show estimates (β), standard errors (SE) and p-values. Because *Linaria cannabina* was not found in wheat crop, results for crop type and interactions are missing. In some cases, interaction results are not presented because they were not selected (*n.s.*) in the multi-model inference or suffering from a data deficiency (*d.d.*) with aberrant estimates. Results for other covariables, predicted and observed abundances can be found in table C13 & C15 (Appendix C).

Species	Conservation tillage type		Crop type	Tillage type : crop type		
	CTcc (vs. T)	CTh (vs. T)	Wheat (vs. OR)	CTcc : wheat (vs. OR)	CTh : wheat (vs. OR)	T : wheat (vs. OR)
<i>Alauda arvensis</i>						
β (SE)	1.49 (0.31)	-0.70 (0.25)	0.61 (0.18)	0.65 (0.42)	-1.11 (0.50)	-0.93 (0.39)
p-value	< 0.001	0.005	0.026	0.125	0.027	0.018
<i>Emberiza calandra</i>						
β (SE)	1.41 (0.65)	-0.31 (0.35)	0.18 (0.31)	2.11 (1.11)	-1.66 (0.74)	-1.48 (0.62)
p-value	0.031	0.380	0.560	0.060	0.026	0.018
<i>Linaria cannabina</i>						
β (SE)	0.44 (0.70)	/	/	/	/	/
p-value	0.534	/	/	/	/	/
<i>Motacilla flava</i>						
β (SE)	0.78 (0.39)	-0.72 (0.29)	-0.58 (0.21)	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
p-value	0.046	0.013	0.006	-	-	-
<i>Sylvia communis</i>						
β (SE)	1.54 (0.36)	/	-2.24 (0.49)	<i>n.s.</i>	/	<i>n.s.</i>
p-value	< 0.001	/	< 0.001	-	/	-
<i>Turdus merula</i>						
β (SE)	1.70 (0.57)	/	-2.47 (0.76)	<i>d.d.</i>	/	-1.77 (0.69)
p-value	0.003	/	0.001	-	/	0.011

4. Discussion

There are many ways to perform conservation tillage (CT), but few studies accurately describe the farming system in which CT is carried out. Here, we have analysed the effects of two opposed farming systems associated to CT: conservation tillage using a cover crop (CTcc) and conservation tillage using herbicide (CTh) on common farmland bird abundance, with conventional tillage (T) as a control. The parameters which differed between systems were tillage type, herbicide quantities and cover crop implementation.

We detected greater farmland bird abundance in CTcc than in T and in T than in CTh. This could explain opposite results in literature where Filippi-Codaccioni et al. (2009) found less farmland birds in CT than T, unlike other studies (Field et al., 2007; Flickinger and Pendleton, 1994; Lokemoen and Beiser, 1997; Shutler et al., 2000). Differences found between CTcc and CTh are substantial because CTcc is significantly better than T (except for *L. cannabina* with no differences) and CTh is significantly less favourable than T (except for *E. Calandra* with no differences). Thus, positive and negative effect of CTcc and CTh vs. T affect both insectivorous (*M. flava* and *S. communis*) and omnivorous species (*A. arvensis*, *E. calandra* and *T. merula*). Our results suggest that the less the cover crop is disturbed, such as shown by VanBeek, Brawn & Ward (2014), and the smaller the amount of herbicides are applied, the higher the abundance of farmland birds. All models have VIFs<2 which suggests no obvious problems of multicollinearity. Even if VIFs of 2 may cause non-significant parameter estimates when ecological signals are weak (Zuur et al., 2010), estimated parameters and errors for targeted variables do not change when covariables are removed. The slight correlations between some targeted variables and environmental covariables do not result in confounding effects for the interpretation.

4.1. Limitations and mechanism hypotheses

Conservation tillage is a potential key to improve biodiversity management in front of the failure of EU agricultural reforms (Pe'er et al., 2014). Yet, our results suggest that biodiversity gain depends on the associated farming system. There is a need to extend such analyses in other farming contexts and for other farmland bird communities for a generalisation. However, the species studied here are the most common and representative species of European farmland landscapes, according to the European Bird Census Council (EBCC) and the studied crops (wheat and oilseed rape) are among the most widespread in Europe (Eurostat, 2016b). We also need to understand the underlying mechanisms of such ecological gains. But it remains difficult to isolate the relative influence of each parameter of these systems leading to such causalities between soil management regime and bird abundance. We hypothesise that the weed control method associated to CT is the driver of feeding resource availability for birds, affecting both (i) arthropods and (ii) seeds compartments of the species diet.

Arthropods (i) are systematically more abundant in CT than in T (Holland and Reynolds, 2003; Rodríguez et al., 2006), however increasing herbicide quantity in a given CT system negatively affects arthropods (Pereira et al., 2007). Thus, strict insectivorous bird species (i.e. *M. flava* and *S. communis*; Holland et al., 2006) are expected to be more abundant in CTcc than CTh and T, and more abundant in CTh than T. This result was found for *M. flava* and *S. communis* which were more abundant in CTcc than T, but not for CTh/T comparison for which *M. flava* was less abundant in CTh than T. Thus, it seems that herbicide quantity may make CT lower than T for insectivorous species, likely affecting host plants needed to the development of prey.

Concerning seeds (ii), global quantity and availability on the ground surface is higher in CT than T, and also when a cover crop is used rather than only more herbicides to control weeds

in CT (Baldassarre et al., 1983; Hoffman et al., 1998; Nichols et al., 2015). As herbicides target weeds, differences in seed quantities could concern mainly seeds from weeds (for all studied systems) and cover crop (for CTcc). This could cause a lower quantity of seeds in CTh compared to CTcc, and T despite the ploughing as CTh receive more herbicide and no cover crop. Thus, omnivorous bird species more dependent on seeds in their diet (i.e. 60% for *A. arvensis* and 85% for *E. calandra*; Holland et al., 2006) could be negatively affected in systems with greater herbicide use and less cover crop. This result was found for species which were less abundant in CTh vs. T (i.e. *A. arvensis*), and also less abundant in T vs. CTcc (i.e. *A. arvensis*, *E. calandra* and *T. merula*).

Consequently, with the aim to produce accurate recommendations to improve biodiversity in farmland, future studies should accurately describe the type of conservation tillage. Indeed, the nomenclature “conservation tillage” brings together very different practices with contrasting impacts on biodiversity. In addition, in order to test the assumption we made about the bird abundance gain in relation to resources and diet type, future studies should attempt to measure arthropod and seed availability for birds while investigating the impact of different farming practises.

4.2. Conservation management perspectives

Ecological gains provided by CTcc compared to T seem to be high (with mean factors of 3.9 (2.3 to 5.1) for *A. arvensis*, 2.3 (1.6 to 3.2) for *M. flava*, 3.7 (0 to 7.1) for *E. calandra*, 4.1 (1.3 to 5.8) for *S. communis* and 5.7 (3.4 to 8.5) for *T. merula* (Appendix C, table C11). They could be at least as beneficial as gains from other farming practices, such as organic systems (factors 1.5 to 1.7 for *A. arvensis* in favour of organic systems compared to conventional systems, and not significant for *S. communis*; Chamberlain et al., 1999). Note that the studied CT are likely the two extremes of the CT gradient (no-till using few herbicides with cover crop vs. no-till using more herbicides without cover crop), which can explain these high

differences. Such ecological gains could be an efficient method to counteract biodiversity losses due to human activities and land settlement. Farmland specialist birds sensitive to CT in our study have strongly decreased over the period 1980-2014 in Europe (i.e. -55% for *A. arvensis* and *M. flava*, -67% for *E. calandra*; EBCC, 2016). This kind of change in practice (such as CTcc system) that provides an ecological gain could therefore play an important role on a large scale in Europe for the conservation of these farmland species. The ecological gain associated with such practices may be considered in agri-environment schemes (AES) but also possibly in the process of offset measures implementation on arable land. These potential changes of farming practices could indeed be implemented on larger surfaces than usual offset measures (e.g. hedgerows grass/flower strips or fallows) and could better correspond to the constraints and expectations of farmers, with whom management agreements must be concluded. Changing T to CT in a broad sense, in the case of wheat, would only pose a small economic risk, because the negative impact of this change on yields on a large scale is about 2.6% (Pittelkow et al., 2015). This causes a lower yield in the first 1–2 years following implementation, but equals after 3-10 years. Thus, conservation tillage using a cover crop to control weeds during intercropping appears a promising approach which may add to crop diversification. However, these changes of practice should be accompanied by additional measures: they only will be adopted if the key actors involved see the advantages. Policy makers concerned with biodiversity friendly measures must consider the needs of farmers affected by these changes (e.g. training on weed management in the absence of tillage, funding possibilities to compensate potential economics losses in the first years following implementation).

Acknowledgements

This work was supported by DIM ASTREA grants from Île-de-France region. We sincerely acknowledge Agrosolutions for technical support about farming practices and for funding field fees. We especially thank farmers who agreed to participate in the study. Finally, we are also grateful for Julie Pauwels help with proofreading.

References

- Agreste, 2010. Utilised Agricultural Land in Ile-de-France region [WWW Document]. URL http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_R1111RA01.pdf (accessed 4.10.16).
- Baldassarre, G.A., Whyte, R.J., Quinlan, E.E., Bolen, E.G., 1983. Dynamics and Quality of Waste Corn Available to Postbreeding Waterfowl in Texas. *Wildl. Soc. Bull.* 11, 25–31. doi:<http://www.jstor.org/stable/3781078>
- Barton, K., 2015. MuMIn: Multi-Model Inference [WWW Document]. URL <http://cran.r-project.org/package=MuMIn>
- Bas, Y., Devictor, V., Moussus, J.P., Jiguet, F., 2008. Accounting for weather and time-of-day parameters when analysing count data from monitoring programs. *Biodivers. Conserv.* 17, 3403–3416. doi:10.1007/s10531-008-9420-6
- Batary, P., Baldi, A., Kleijn, D., Tschardtke, T., 2011. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management : a meta-analysis. *Proc. R. Soc. B* 278, 1894–1902. doi:10.1098/rspb.2010.1923
- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 2005 42, 261–269. doi:10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x
- Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D., 2003. Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* 18, 182–188. doi:10.1016/S0169-5347(03)00011-9
- Berg, Å., Wretenberg, J., Zmihorski, M., Hiron, M., Pärt, T., 2015. Linking occurrence and changes in local abundance of farmland bird species to landscape composition and land-use changes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 204, 1–7. doi:10.1016/j.agee.2014.11.019
- Boscutti, F., Sigura, M., Gambon, N., Lagazio, C., Krüsi, B.O., Bonfanti, P., 2014. Conservation Tillage Affects Species Composition But Not Species Diversity: A Comparative Study in Northern Italy. *Environ. Manage.* 55, 443–452. doi:10.1007/s00267-014-0402-z
- Chamberlain, D.E., Wilson, J.D., Fuller, R.J., 1999. A comparison of bird populations on organic and conventional farm systems in southern Britain. *Biol. Conserv.* 88, 307–320. doi:10.1016/S0006-3207(98)00124-4
- Chatterjee, S., Hadi, A.S., 2006. *Regression analysis by example*, 5th ed. John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/0470055464
- Cormont, A., Siepel, H., Clement, J., Melman, T.C.P., WallisDeVries, M.F., van Turnhout, C.A.M., Sparrius, L.B., Reemer, M., Biesmeijer, J.C., Berendse, F., de Snoo, G.R., 2016. Landscape complexity and farmland biodiversity: Evaluating the CAP target on natural elements. *J. Nat. Conserv.* 30, 19–26. doi:10.1016/j.jnc.2015.12.006

- Donald, P.F., Gree, R.E., Heath, M.F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc. B* 268, 25–29. doi:10.1098/rspb.2000.1325
- EBCC, 2016. Trends of common birds in Europe [WWW Document]. URL <http://www.ebcc.info/index.php?ID=612> (accessed 11.12.16).
- Eurostat, 2016a. Land cover statistics [WWW Document]. URL http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Land_cover_statistics (accessed 4.10.16).
- Eurostat, 2016b. Agricultural production - crops [WWW Document]. URL http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_production_-_crops (accessed 4.10.16).
- Eurostat, 2009. Agri-environmental indicator [WWW Document]. URL http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_commitments (accessed 4.6.17).
- Field, R.H., Benke, S., Bádonyi, K., Bradbury, R.B., 2007. Influence of conservation tillage on winter bird use of arable fields in Hungary. *Agric. Ecosyst. Environ.* 120, 399–404. doi:10.1016/j.agee.2006.10.014
- Filippi-Codaccioni, O., Clobert, J., Julliard, R., 2009. Effects of organic and soil conservation management on specialist bird species. *Agric. Ecosyst. Environ.* 129, 140–143. doi:10.1016/j.agee.2008.08.004
- Flickinger, E.L., Pendleton, G.W., 1994. Bird Use of Agricultural Fields under Reduced and Conventional Tillage in the Texas Panhandle. *Wildl. Soc. Bull.* 22, 34–42.
- Fox, J., Monette, G., 1992. Generalized Collinearity Diagnostics. *J. Am. Stat. Assoc.* 87, 178–183. doi:10.1080/01621459.1992.10475190
- Fox, R., 2013. The decline of moths in Great Britain: A review of possible causes. *Insect Conserv. Divers.* 6, 5–19. doi:10.1111/j.1752-4598.2012.00186.x
- Hoffman, M.L., Owen, M.D.K., Buhler, D.D., 1998. Effects of crop and weed management on density and vertical distribution of weed seeds in soil. *Agron. J.* 90, 793–799. doi:10.2134/agronj1998.00021962009000060013x
- Holland, J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103, 1–25. doi:10.1016/j.agee.2003.12.018
- Holland, J.M., Hutchison, M.A.S., Smith, B., Aebischer, N.J., 2006. A review of invertebrates and seed-bearing plants as food for farmland birds in Europe. *Ann. Appl. Biol.* 148, 49–71. doi:10.1111/j.1744-7348.2006.00039.x

- Holland, J.M., Reynolds, C.J.M., 2003. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia (Jena)*. 47, 181–191. doi:10.1078/0031-4056-00181
- Jiguet, F., Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D., 2012. French citizens monitoring ordinary birds provide tools for conservation and ecological sciences. *Acta Oecologica* 44, 58–66. doi:10.1016/j.actao.2011.05.003
- Josefsson, J., Berg, A., Hiron, M., Pärt, T., Eggers, S., 2016. Sensitivity of the farmland bird community to crop diversification in Sweden: Does the CAP fit? *J. Appl. Ecol.* 54, 518–52. doi:10.1111/1365-2664.12779
- Kladivko, E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil Tillage Res.* 61, 61–76. doi:10.1016/S0167-1987(01)00179-9
- Kleijn, D., Baquero, R.A., Clough, Y., Díaz, M., De Esteban, J., Fernández, F., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Jöhl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E.J.P., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., Verhulst, J., West, T.M., Yela, J.L., 2006. Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecol. Lett.* 9, 243–254. doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00869.x
- Kuhn, N.J., Hu, Y., Bloemertz, L., He, J., Li, H., Greenwood, P., 2016. Conservation tillage and sustainable intensification of agriculture: regional vs. global benefit analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 216, 155–165. doi:10.1016/j.agee.2015.10.001
- Lokemoen, J.T., Beiser, J.A., 1997. Bird Use and Nesting in Conventional , Minimum-Tillage and Organic Cropland. *J. Wildl. Manage.* 61, 644–655. doi:10.2307/3802172
- Miguet, P., Gaucherel, C., Bretagnolle, V., 2013. Breeding habitat selection of Skylarks varies with crop heterogeneity, time and spatial scale, and reveals spatial and temporal crop complementation. *Ecol. Modell.* 266, 10–18. doi:10.1016/j.ecolmodel.2013.06.029
- Moran, P.A.P., 1950. Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika* 37, 17–23. doi:10.1093/biomet/37.1-2.17
- Nakagawa, S., Schielzeth, H., 2013. A general and simple method for obtaining R² from generalized linear mixed-effects models. *Methods Ecol. Evol.* 4, 133–142. doi:10.1111/j.2041-210x.2012.00261.x
- Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., Govaerts, B., 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *F. Crop. Res.* 183, 56–68. doi:10.1016/j.fcr.2015.07.012
- O’Hara, R.B., Kotze, D.J., 2010. Do not log-transform count data. *Methods Ecol. Evol.* 1, 118–122. doi:10.1111/j.2041-210X.2010.00021.x
- Pe’er, G., Dicks, L. V., Visconti, P., Arlettaz, R., Báldi, A., Benton, T.G., Collins, S., Dieterich, M., Gregory, R.D., Hartig, F., Henle, K., Hobson, P.R., Kleijn, D., Neumann, R.K.,

- Robijns, T., Schmidt, J., Shwartz, A., Sutherland, W.J., Turbé, A., Wulf, F., Scott, a V, 2014. EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science* (80-). 344, 1090–1092. doi:10.1126/science.1253425
- Pereira, J.L., Picanço, M.C., Silva, A.A., Barros, E.C., Xavier, V.M., Gontijo, P.C., 2007. Effect of herbicides on soil arthropod community of bean cultivated under no-tillage and conventional systems. *Planta Daninha* 25, 61–69. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100007
- Pittelkow, C.M., Linquist, B.A., Lundy, M.E., Liang, X., van Groenigen, K.J., Lee, J., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R.T., van Kessel, C., 2015. When does no-till yield more? A global meta-analysis. *F. Crop. Res.* 183, 156–168. doi:10.1016/j.fcr.2015.07.020
- Power, A.G., 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2959–2971. doi:10.1098/rstb.2010.0143
- Pywell, R.F., Heard, M.S., Woodcock, B.A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M., Bullock, J.M., 2015. Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. *Proc. R. Soc. B* 282, 20151740. doi:10.1098/rspb.2015.1740
- Ralph, C.J., Sauer, J.R., Droege, S., 1995. *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR 1–181. doi:10.2307/3802161
- Rodríguez, E., Fernández-Anero, F.J., Ruiz, P., Campos, M., 2006. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate. *Soil Tillage Res.* 85, 229–233. doi:10.1016/j.still.2004.12.010
- Shutler, D., Mullie, A., Clark, R.G., 2000. Bird Communities of Prairie upland and wetlands in relation to farming practices in Saskatchewan. *Conserv. Biol.* 14, 1441–1451. doi:10.1046/j.1523-1739.2000.98246.x
- Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger-Estrade, J., 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Tillage Res.* 118, 66–87. doi:10.1016/j.still.2011.10.015
- STOC-EPS, 2013. French Breeding Bird Survey [WWW Document]. URL <http://vigienature.mnhn.fr/page/le-suivi-temporel-des-oiseaux-communs-stoc> (accessed 4.10.16).
- Tamburini, G., De Simone, S., Sigura, M., Boscutti, F., Marini, L., 2016a. Conservation tillage mitigates the negative effect of landscape simplification on biological control. *J. Appl. Ecol.* 53, 233–241. doi:10.1111/1365-2664.12544

- Tamburini, G., Simone, S. De, Sigura, M., Boscutti, F., Marini, L., 2016b. Soil management shapes ecosystem service provision and trade-offs in agricultural landscapes. *Proc. R. Soc. B* 283, 20161369. doi:10.1098/rspb.2016.1369
- Van Zanten, B.T., Verburg, P.H., Espinosa, M., Gomez-Y-Paloma, S., Galimberti, G., Kantelhardt, J., Kapfer, M., Lefebvre, M., Manrique, R., Piorr, A., Raggi, M., Schaller, L., Targetti, S., Zasada, I., Viaggi, D., 2014. European agricultural landscapes, common agricultural policy and ecosystem services: A review. *Agron. Sustain. Dev.* doi:10.1007/s13593-013-0183-4
- VanBeek, K.R., Brawn, J.D., Ward, M.P., 2014. Does no-till soybean farming provide any benefits for birds? *Agric. Ecosyst. Environ.* 185, 59–64. doi:10.1016/j.agee.2013.12.007
- Wickramasinghe, Harris, Jones, Vaughan, 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *J. Appl. Ecol.* 40, 984–993. doi:DOI 10.1111/j.1365-2664.2003.00856.x
- Wilson, J.D., Morris, A.J., Arroyo, B.E., Clark, S.C., Bradbury, R.B., 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agric. Ecosyst. Environ.* doi:10.1016/S0167-8809(99)00064-X
- Zuur, A., Ieno, E., Elphick, C., 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods Ecol. Evol.* 1, 3–14. doi:10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x
- Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., Smith, G.M., 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*, Springer Science & Business Media, Statistics for Biology and Health. doi:10.1007/978-0-387-87458-6