

Bilan sur le contrôle qualité effectué par les DREAL sur les parcs éoliens en régulation

Charlotte ROEMER, Baptiste ANGIN,
Laurent ARTHUR et Maxime LEUCHTMANN

Affiliation : Groupe de travail éolien de la Coordination
Chiroptères Nationale de la SFEPM

Résumé. - La régulation des éoliennes pour réduire les collisions avec les chauves-souris est en pratique en France depuis environ une dizaine d'années. Le travail présenté ici a pour objectif de faire une évaluation de cette pratique en France et de la façon dont elle est contrôlée par les services de l'Etat. Pour cela, nous avons contacté chaque DREAL pour leur demander combien d'éoliennes étaient régulées dans leur région et quelle était leur stratégie pour contrôler l'application et l'efficacité de cette régulation.

Les résultats montrent que les DREAL ne connaissent souvent pas le nombre de parcs régulés dans leur région, et choisissent une sélection de dossiers pour contrôler l'application et l'efficacité de cette régulation. Cependant, ce contrôle se base sur la bonne volonté des bureaux d'études et des exploitants éoliens pour récolter et diffuser les informations adéquates. De plus, il n'existe aucune compréhension chiffrée de l'impact cumulé de l'éolien en région, et malgré une certaine tolérance des DREAL sur l'efficacité de la régulation, il n'existe aucun objectif global sur le nombre de mortalités pour chaque éolienne et pour chaque espèce.

Suite à ces constats, nous recommandons (1) le développement d'un outil de contrôle en temps réel de l'application de la régulation des éoliennes, (2) une formation plus poussée des agents de l'Etat aux outils de régulation des éoliennes et de l'état de l'art, (3) l'application du principe de précaution avec des moratoires sur le développement éolien dans les zones de forte concentration de parcs éoliens, (4) des efforts de recherche scientifique focalisés sur les dynamiques de population des Chiroptères et (5) une définition standardisée des cas de mortalité nécessitant la révision du protocole de bridage.

INTRODUCTION

Il existe plus de 8000 éoliennes en exploitation en France métropolitaine (voir *Annexe*). Les régions Hauts-de-France et Grand-Est ont installé à elles seules 45 % des éoliennes en France. Dans les DROM, seules la Guadeloupe et la Martinique ont installé des éoliennes. Des cadavres sont découverts chaque année en France sous les éoliennes alors que les populations de certaines espèces déclinent dramatiquement [KERBIRIOU *et al.*, 2015]. Pour réduire la mortalité éolienne des Chiroptères, une régulation des éoliennes est parfois mise en place afin de les arrêter lorsque la vitesse du vent est encore assez faible pour que les chauves-souris soient actives [ARNETT *et al.*, 2016]. Depuis 2011, les demandes d'autorisation environnementale sont obligatoires pour obtenir le permis de construire et d'exploiter des parcs dont la hauteur des nacelles des éoliennes est supérieure à 50 m ou dont la puissance totale du parc est supérieure ou égale à 20 MW; un suivi de mortalité est obligatoire après construction afin d'estimer la mortalité sur les chauves-souris et les oiseaux (*Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de*

la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement - Légifrance, 2011). Par principe d'antériorité, cette Loi s'applique également aux éoliennes ayant obtenu un permis avant 2011. Ce sont les DREAL qui instruisent l'étude d'impact et c'est au service ICPE des DREAL de contrôler si la régulation des éoliennes est efficace.

Les objectifs de notre étude étaient les suivants :

- Obtenir l'information du nombre d'éoliennes construites avant et après le classement ICPE.
- Obtenir l'information du pourcentage d'éoliennes régulées.
- Connaître la stratégie de contrôle de l'efficacité de la régulation dans chaque DREAL afin de mettre en évidence d'éventuelles disparités. Pour cela nous voulions savoir quel pourcentage de dossiers étaient contrôlés, à quelle fréquence, et les éléments contrôlés.
- Mettre en évidence des points à améliorer dans la disponibilité des données publiques, et dans les stratégies de contrôle de l'efficacité de la régulation des éoliennes par les DREAL.

Nous avons ciblé la France métropolitaine pour faire cette étude mais avons recueilli des données des DROM lorsque l'opportunité s'est présentée.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les 13 DREAL ont été contactées via les saisines en ligne en 2019 (services biodiversité ou énergies renouvelables selon les DREAL). Une ou deux relances ont été faites, soit par la saisine en ligne, soit directement par mail en cas de non réponse. Des entretiens téléphoniques ont été proposés par certaines DREAL nous ayant répondu. Après les rencontres de Bourges (2021), nous avons été contactés par la DREAL Centre-Val de Loire pour un entretien téléphonique (réalisé en 2021). Les DEAL de Guadeloupe et de Martinique ont été directement contactés par mail en 2021. La DREAL Hauts-de-France a été recontactée directement par mail en automne 2021.

Les données publiques géoréférencées sur les mats d'éoliennes construites ont été téléchargées en mars 2021 (voir Annexe 1). Toutes les régions de France métropolitaine ont une base de données accessible en ligne sauf la DREAL PACA. Pour la région PACA nous avons trouvé l'information sur le RETN (Annexe 1). Ces bases de données donnent la position des mâts accompagnée de métadonnées comme l'année de construction, mais la plupart des bases ont des champs qui leur sont propres, et toutes ne renseignent pas l'année de construc-

tion. Lorsque les années de construction ou de mise en exploitation n'étaient pas disponibles nous avons utilisé l'année d'autorisation, mais celle-ci n'était pas non plus toujours présente.

RÉSULTATS

Nous avons obtenu une réponse de quatre DREAL suite aux contacts sur les saisines en ligne en 2019 : Centre-Val de Loire (service ICPE), Corse (service biodiversité), Occitanie (service ICPE) et Pays-de-la-Loire (service ICPE) et par contact direct par mail en 2021 dans le cas des DEAL Guadeloupe et Martinique (service biodiversité) et de la DREAL Hauts-de-France. Des entretiens téléphoniques ont été réalisés en 2020 ou 2021 avec trois services biodiversité de DREAL : Centre-Val de Loire, Occitanie, Pays-de-la-Loire.

Pourcentage d'éoliennes régulées

Quatre DREAL ont pu nous fournir avec certitude la proportion d'éoliennes régulées dans leur région. La DEAL Guadeloupe n'a pas donné de détail sur la date de construction de chaque éolienne, mais nous a informé que 4 parcs ont été construits avant 2011, et 8 parcs sont

| Région | Construites avant 2011 | % régulées | Construites après 2011 | % régulées (et extrait des entretiens réalisés) |
|--|------------------------|------------|------------------------|---|
| Auvergne-Rhône-Alpes | 215 | ? | 116 | ? |
| Bourgogne-Franche-Comté | 56 | ? | 289 | ? |
| Bretagne | 434 | ? | 175 | ? |
| Centre-Val de Loire avant entretien téléphonique | 397 | aucune | 190 | « Nos outils actuels ne nous permettent pas d'avoir ce reporting. » |
| Centre-Val de Loire après entretien téléphonique | | | | « avant 2016, quasiment aucun parc n'a fait l'objet de bridage, le premier protocole national sur le sujet datant de 2015 » 55 parcs soit 1/3 A leur installation, aucun parc avant 2015 n'avait de bridage a priori. |
| Corse | 30 | aucune | 0 | - |
| Grand-Est | ? | ? | ? | ? |
| Hauts-de-France | 601 | ? | 1462 | « Concernant la régulation, nous avons des données partielles et pour l'instant à un usage interne de la DREAL. C'est une donnée que nous recherchons également et qui a vocation à être publiée. » |
| Île-de-France | ? | ? | ? | ? |
| Normandie | 50 | ? | 33 | ? |
| Nouvelle-Aquitaine | ? | ? | ? | ? |
| Occitanie | 491 | ? | 362 | « L'information peut être trouvée au sein des arrêtés préfectoraux initiaux ou complémentaires auxquels vous pouvez accéder sur le site internet de la DREAL » |
| PACA | 41 | ? | 22 | ? |
| Pays-de-la-Loire | 154 | ? | 291 | « Il n'existe pas de base de données spécifique » |
| Total | 2469 | | 2907 | |

Tableau 1. Nombre d'éoliennes construites après ou avant 2011 et proportion régulée d'après les DREAL

aujourd'hui en exploitation ; par ailleurs, 18 éoliennes sur les 63 en exploitation sont régulées, soit un tiers. La DEAL Martinique nous a informé qu'un parc de quatre éoliennes avait été mis en service en 2004 mais qu'il n'était plus en service actuellement (repowering à venir) ; un autre parc de sept éoliennes a été mis en service en 2019, parmi lesquelles cinq sont régulées. Selon la DREAL Centre-Val de Loire (service biodiversité, en 2021), un tiers des parcs construits après 2011 sont régulés (*Tableau I*). D'après ce que nous a rapporté la DREAL Centre-Val de Loire, une partie de cette information venait de France Energie Eolienne. La DREAL Corse a pu nous certifier que ses 30 éoliennes, construites avant 2012, n'étaient pas régulées (*Tableau I*). La DREAL Occitanie et la DREAL Pays-de-la-Loire n'ont pas de base de données avec cette information (*Tableau I*). La DREAL Hauts-de-France possède une base de données partielle à usage interne.

Seule la DREAL PACA n'avait pas de base de données accessible en ligne sur la localisation des mâts d'éoliennes. Trois des 13 régions de France métropolitaine n'avaient renseigné aucune date associée aux éoliennes et huit DREAL avaient renseigné plus de 90 % des dates ; nous avons obtenu les dates de construction des éoliennes de Hauts-de-France par échanges mail (*Tableau II*).

Stratégie de contrôle de la régulation par les DREAL

Cette section synthétise les échanges téléphoniques avec les DREAL Occitanie, Pays-de-la-Loire et Centre-Val de Loire. La DEAL Guadeloupe n'a pas eu suffisamment de recul sur la régulation pour pouvoir répondre à nos questions.

Les algorithmes de régulation sont basés sur la relation entre variables météorologiques et activité acoustique des Chiroptères. Ce sont les exploitants accompagnés de leur bureau d'études qui proposent les algorithmes de

régulation, mais les DREAL n'acceptent pas les propositions sous un certain seuil minimum de vent. Il n'y a pas de préconisation sur un type de bridage en particulier (seuils simples ou modèles complexes type ProBat de RENEBAT). L'algorithme ProBat de RENEBAT n'est pas connu des DREAL. Le bureau d'études Sens Of Life utiliserait un algorithme similaire à ProBat, en expérimentation dans le Cher. La DREAL Centre-Val de Loire donne des objectifs d'un pourcentage d'activité acoustique à épargner, qui est adapté selon les espèces.

La DREAL Occitanie fait un bilan de l'efficacité de la régulation au bout de trois ans. Elle ne reçoit pas systématiquement tous les rapports de suivi de mortalité mais cela s'améliorerait. Les agents sont particulièrement attentifs à l'enjeu Grande noctule. Ils n'ont pas le droit de contrôler l'application de la régulation en direct (accès aux données de vitesse de rotation), alors que ce serait possible techniquement. Les agents ont seulement le temps de réagir si une espèce patrimoniale est touchée. Si un dysfonctionnement du système de régulation est constaté, ils peuvent demander un arrêté d'autorisation qui demande l'arrêt des éoliennes. Cependant, faire arrêter un parc est impossible.

La DREAL Pays-de-la-Loire a choisi de contrôler les parcs les plus mortifères. Ils sont particulièrement attentifs à l'enjeu Noctule commune et considèrent que la mortalité d'un seul individu remet en cause la survie de l'espèce. Les agents vérifient que les méthodes de correction de la mortalité sont appropriées. Ils n'ont pas d'objectif chiffré sur l'efficacité de la régulation car on ne connaît pas la conséquence des mortalités sur la survie des populations. En cas de forte mortalité, un bridage plus fort est demandé avec un suivi de mortalité à nouveau pour vérifier l'efficacité.

La DREAL Centre-Val de Loire contrôle un quart des parcs dont le rapport est disponible. Les agents font une synthèse de la mortalité, ce qui permet d'avoir une appréciation des effets cumulés. La DREAL n'a pas de recul sur la régulation. Cependant, sur un parc non régulé où une forte mortalité a été constatée, ils vont demander de mettre en place un bridage. Les agents sont de plus en plus attentifs aux Noctules (Leisler et commune) et commencent à réfléchir à demander des seuils de bridage supérieurs à 6 m/s. Ils n'ont pas de seuil de mortalité acceptable mais sont plus attentifs aux espèces migratrices. Cependant, en Beauce ils ont eu un cas avec plusieurs mortalités de Pipistrelles ; ils ont demandé un bridage renforcé, qui a été refusé par l'exploitant. En effet ces demandes sont soumises à l'exploitant pour accord. Il est possible d'imposer des seuils de régulation, mais l'exploitant peut aller au contentieux et la DREAL peut perdre. Il est rare que les demandes soient refusées.

Les DREAL Occitanie et Pays-de-la-Loire ont l'impression que la régulation est efficace quand elle est appliquée. Centre-Val de Loire n'a pas encore de suivis multi-années avec plus de 2 années car ceux-ci ont démarré en 2018-2019.

| Région | Date renseignée (%) | Nombre d'éoliennes (total) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| Auvergne-Rhône-Alpes | 99.7 | 354 |
| Bourgogne-Franche-Comté | 88.5 | 305 |
| Bretagne | 98.5 | 611 |
| Centre-Val de Loire | 100 | 452 |
| Corse | 100 | 30 |
| Grand-Est | 0 | 1586 |
| Hauts-de-France | 98.2 | 2109 |
| Île-de-France | 0 | 6 |
| Normandie | 72.8 | 114 |
| Nouvelle-Aquitaine | 0 | 533 |
| Occitanie | 95.9 | 759 |
| PACA | 100 | 41 |
| Pays-de-la-Loire | 99.2 | 446 |
| Total | | 8498 |

Tableau II. - Données géoréférencées accessibles en ligne sur les éoliennes installées pour chaque région

DISCUSSION

Un taux de réponse de 30 %

Le taux de non-réponse à nos demandes d'information, et ce après au moins une relance, est regrettable. Même si les services ICPE n'ont pas été contactés directement dans toutes les DREAL, il est certain qu'un courrier adressé au service biodiversité pouvait facilement être réadressé aux interlocuteurs adéquats si besoin. Cela n'a pas été fait ou bien le transfert de la requête n'a pas donné suite à une réponse. Quoi qu'il en soit, la région Centre-Val de Loire nous a confirmé que le service biodiversité avait toutes les informations nécessaires pour répondre à nos questions, et que nous n'aurions pas eu des réponses très différentes auprès du service ICPE.

Etat de la régulation des éoliennes en France

D'après les DREAL sondées, l'ensemble des parcs construits avant 2011 ne seraient pas régulés ce qui, extrapolé à l'ensemble de la France, correspond à un minimum de 2469 éoliennes non régulées. Pourtant, le principe d'antériorité concernant l'arrêté exige que même les anciens parcs se mettent en conformité. Ce n'est pas le cas à l'heure actuelle. A ce chiffre s'ajoutent les éoliennes construites après 2011 qui n'auraient pas été jugées utiles de réguler, et dont le nombre est inconnu.

Il n'existe pas de standardisation des algorithmes de régulation mis en place, qui sont laissés à l'appréciation des bureaux d'études, avec un regard de la DREAL sur le seuil de vitesse de vent. L'efficacité de chaque projet est évaluée de façon isolée avec une révision du protocole de régulation si nécessaire pendant la première année, et on repart donc presque de zéro pour chaque nouveau projet. Cela engendre au moins une année d'incertitude sur l'efficacité de la régulation proposée, avec de possibles mortalités non anticipées. Il n'existe aucune synthèse nationale de l'efficacité de la régulation. On se trouve donc dans un système qui n'a aucune chance de réaliser une marge de progression significative étant donné qu'il n'existe aucune évaluation à large échelle.

Au-delà de ce fonctionnement en cercle fermé, le système français se trouve face à un mur méthodologique. En effet, les bureaux d'études possédant rarement des biostatisticiens dans leur équipe, des modèles statistiques complexes plus performants ne sont que rarement envisagés et encore moins appliqués. Cette méthodologie pourrait notamment expliquer la difficulté des services instructeurs à demander des seuils de vitesse de vent qui seraient suffisamment efficaces pour protéger les Chiroptères, mais qui entraînent des pertes économiques plus conséquentes.

En Allemagne, la grande majorité des parcs éoliens sont régulés avec un algorithme nommé ProBat (issu du projet de recherche RENEBAT) [BEHR *et al.*, 2017]. Cet algorithme transparent a été mis en place par des chercheurs indépendants, et il est amélioré chaque année depuis sa création en 2015 grâce à la remontée de données de ses utilisateurs partout en Allemagne. ProBat fonctionne

d'après un modèle linéaire généralisé mixte (GLM), ce qui permet d'améliorer à la fois la réduction des collisions et la production d'électricité, et ce d'une façon significative par rapport aux simples seuils vent/température utilisés en France. La dernière version est ProBat 7 et peut être utilisée gratuitement en ligne. ProBat 7 est accompagné de ProBat Inspector qui liste les éventuelles pannes de régulation en éditant un rapport automatique qui peut être utilisé par les autorités environnementales régionales, et de ProBat Designer qui accompagne le bureau d'études dans le design de son plan d'échantillonnage acoustique et suivi mortalité. Il serait tout à fait envisageable d'adapter cette suite logicielle pour la France.

Absence de base de données - un processus d'autorisation d'exploiter sans objectifs globaux sur les populations de Chiroptères

Il semble que France Energie Eolienne soit à l'heure actuelle la seule source d'information concernant les parcs régulés pour les enjeux Chiroptères pour les régions qui possèdent un nombre conséquent d'éoliennes. Cette association représente les professionnels de la filière éolienne en France, dont les développeurs et les exploitants eux-mêmes. Il serait donc souhaitable de pouvoir s'appuyer sur une source plus indépendante.

Au-delà de la nature des données, notre étude démontre que plusieurs DREAL ne connaissent pas le nombre de parcs éoliens régulés dans leur région. Cette information est pourtant cruciale dans le processus d'instruction et de contrôle des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des éoliennes, qui comportent un volet sur l'impact cumulé des parcs éoliens.

Nous pouvons ajouter à cela le fait qu'il n'existe que très peu de synthèses exhaustives sur la mortalité éolienne pour les Chiroptères recensées dans les études d'impact. A notre connaissance, seules les régions Bretagne, Pays-de-la-Loire et Normandie bénéficient d'une synthèse, mais de la mortalité brute [GOISLOU, 2021]. Nous faisons donc le constat que malgré l'absence de connaissances sur l'impact cumulé des éoliennes de l'ensemble de leur région, les services de l'Etat n'appliquent pas de principe de précaution en continuant à autoriser la construction de nouvelles éoliennes chaque année. Pourtant, le nombre de mortalités non corrigées recensées par EUROBATs [EUROBATs, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2015] et les tendances de population de certaines espèces comme la Noctule commune et la Pipistrelle de Nathusius sont des alertes qui devraient nécessiter toutes les précautions nécessaires, que ce soit pour les mortalités éoliennes ou tout autre type d'impact.

Cette absence de connaissance de l'impact cumulé des mortalités éoliennes se traduit également par l'absence d'objectifs chiffrés sur l'efficacité de la régulation. Ainsi, selon les études, les seuils météorologiques sont choisis en fonction de l'activité acoustique enregistrée sur le site, et les objectifs varient arbitrairement entre 80 % et 95 % de cette activité à épargner, toutes espèces confondues. L'objectif de 100 % de protection ne semble concer-

ner que deux espèces dans certaines régions : la Grande noctule et la Noctule commune. Lors du contrôle des rapports de mortalité, aucun objectif standard d'un nombre de cadavres maximal n'est établi, à part dans certaines régions où un cadavre de Noctule commune ou de Grande noctule suffit pour revoir la régulation à la hausse. Pour les autres espèces, il n'existe pas d'objectif standard.

Un contrôle qui repose sur le bon vouloir des bureaux d'études et des exploitants éoliens

N'importe quel parc éolien soumis à régulation pour les Chiroptères est contrôlé à distance par un système SCADA. Il serait donc tout à fait possible pour les services de l'Etat d'avoir un accès à ces données de rotation des pales et de vitesse de vent locales à distance, comme c'est déjà le cas depuis une dizaine d'années pour certains bureaux d'études qui travaillent pour les exploitants éoliens. Ce serait le système le plus transparent et le plus efficace puisque le contrôle se ferait en temps réel. Un défaut du système pourrait également se détecter en temps réel. Malgré cela, les DREAL doivent attendre parfois plusieurs années avant d'apprendre que le système a eu une panne, ce qui conduit souvent à des mortalités additionnelles. Il n'est alors plus possible de réagir.

Les DREAL n'ayant pas les effectifs nécessaires pour réaliser un contrôle exhaustif des suivis de mortalité, un échantillon est soumis à contrôle. Cet échantillon est choisi soit au hasard, soit selon un classement des parcs appréhendés comme à risque plus élevé. Nous n'avons pas d'éléments pour juger de l'efficacité de l'une ou l'autre de ces stratégies.

Les limites de la formation des agents

Chaque agent de DREAL voit ses possibilités de s'auto-former très restreintes, soit par manque de temps, soit parce que l'accès aux publications scientifiques rencontre la barrière de la langue, de la technicité du vocabulaire, ou du coût pour les publications payantes. De plus, ces agents n'ont souvent pas de formation pour comprendre comment fonctionnent les algorithmes de bridage et quel est l'état de l'art. Sans parler des algorithmes utilisés par plusieurs bureaux d'études dont les caractéristiques ne sont pas diffusées.

Ces agents sont tous demandeurs de recommandations très précises, car ils jugent les lignes directrices nationales trop vagues. De plus, ils ont besoin d'une littérature scientifique plus fournie et mieux vulgarisée pour arbitrer les autorisations. En effet, les recours en justice attaquent souvent l'absence de preuves. Pourtant, le principe de précaution devrait pouvoir s'appliquer dans le cas de la crainte de l'extinction d'une espèce, qui est par nature irréversible (Article L110-1, Code de l'environnement).

Conclusions et recommandations

Les agents en DREAL souffrent à la fois d'un manque de temps pour se former et d'un manque d'outils. L'outil qui semble manquer avant tout est un contrôle en temps réel de la vitesse de rotation des éoliennes régulées,

accompagné d'un logiciel qui détecte automatiquement une non-application du protocole de régulation. Cet outil semble très peu coûteux à développer puisqu'il suffirait de faire le lien entre le système SCADA (envoi à distance des données de vitesse du vent, température et vitesse de rotation des pales) déjà mis en place chez les exploitants et l'application gratuite ProBat Inspector (OekoFor).

Le système d'autorisation unique environnementale fonctionne actuellement sans vision de long terme sur l'impact cumulé des parcs éoliens régionaux sur les populations de Chiroptères. Les synthèses à large échelle sur l'efficacité de la régulation montrent les limites de celle-ci, puisque pour 6 m/s (le seuil le plus couramment recommandé lors des autorisations), on peut espérer une efficacité moyenne de 75 % [RAPPORT POUR L'AMÉRIQUE DU NORD DE WHITBY *et al.*, 2021]. Pourtant, les données disponibles sur les dynamiques de populations des chauves-souris, leur statut sensible face aux mortalités additionnelles, et le nombre de cadavres bruts récoltés sous les mats d'éoliennes sont des informations qui devraient suffire à faire appliquer un principe de précaution. C'est pourquoi un groupement d'associations de protection de la Nature et de l'Homme (dont la SFPEM) s'est positionné en 2020 pour un moratoire sur le développement éolien dans certains départements d'Occitanie, troisième région possédant le plus d'éoliennes en France.

Cependant, le principe de précaution semble ne pas avoir gain de cause dans les dossiers d'autorisation attaqués en justice par les développeurs éoliens. C'est pourquoi les agents de DREAL demandent à ce que les efforts de la recherche scientifique se portent sur une compréhension plus détaillée des dynamiques de population des Chiroptères dans le contexte éolien, afin de pouvoir définir combien de mortalités peuvent être tolérées par ces espèces sans remettre en cause leur population. Si certaines DREAL ont d'ores et déjà appliqué le principe simple selon lequel une population avec une tendance fortement négative ne peut pas tolérer une seule mortalité supplémentaire, elles se trouvent démunies pour déterminer les seuils de mortalité à ne pas dépasser pour les autres espèces.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les personnes en DREAL ayant pris le temps de répondre aux questions. Il est à noter que les réponses décrites ici ne reflètent nécessairement pas l'exhaustivité du travail réalisé dans les différentes DREAL. Le but de ce travail était de cibler des points à améliorer.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNETT E.B., BAERWALD E.F., MATHEWS F., RODRIGUES L., RODRÍGUEZ-DURÁN A., RYDELL J., VILLEGAS-PATRACA R., VOIGT C.C., 2016. - Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective, in: Voigt, C.C., Kingston, T. (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Pub-

- lishing, Cham, pp. 295-323.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11
- LÉGISFRANCE, 2011. - Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.
- BEHR O., BRINKMANN R., HOCHRADEL K., MAGES J., KORNER-NIEVERGELT F., NIERMANN I., REICH M., SIMON R., WEBER N., NAGY M., 2017. - Mitigating bat mortality with turbine-specific curtailment algorithms: A model based approach, in: *Wind Energy and Wildlife Interactions*. Springer, pp. 135-160.
- EUROBATS, 2019. - *24th Meeting of the Advisory Committee - Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations*. Skopje, North Macedonia.
- GOISLOT C., 2021. - Mortalité des Chiroptères induite par les éoliennes dans le nord-ouest de la France : nombre de cas et distribution spatio-temporelle des espèces concernées. *Plume Nat.* 5 : 101-128.
- KERRIRIOU C., JULIEN J.-F., BAS Y., MARMET J., LE VIOI I., LORILLIÈRE R., AZAM C., GASC A., LOÏS G., 2016. - Vigie-Chiro : 9 ans de suivi des tendances des espèces communes, in: *Symbioses*. 16^e Rencontres chauves-souris nationales de la SFEPM, Bourges, *Symbioses*, 34 : 35-38.
- RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M.-J., KARAPANDZA B., KOVAC D., KERVYN T., DEKKER J., KEPEL A., BACH P., COLLINS J., HARBUSCH C., PARK K., MICEVSKI J., MINDERMAN J., 2015. - Guidelines for consideration of bats in wind farm projects: revision 2014. EUROBATS Publication Series. UNEP/EUROBATS, Bonn, Germany.
- WHITBY M.D., SCHIRMACHER M.R., FRICK W.F., 2021. - *The State of the Science on Operational Minimization to Reduce Bat Fatality at Wind Energy Facilities*. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. 99p. Bat Conservation International. Austin, Texas.
- March 2021.
- DREAL Bretagne. Eoliennes implantations en Bretagne [ID <https://geobretagne.fr/geonetwork/apps/georchestra/?uuid=f720e131-2dc9-4db0-8b50-7e5f1609944e>]. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Centre-Val de Loire. Parcs éoliens. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Corse. Eoliennes de Corse [ID <https://georchestra.ac-corse.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/MT1326817955942>]. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Grand-Est. Éoliennes de la région Grand-Est [ID [e13407d8-e36d-4f43-b273-fda2a34dcc9b](https://geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/e13407d8-e36d-4f43-b273-fda2a34dcc9b)]. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Hauts-de-France. Mâts éoliens réalisés en Hauts-de-France. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DRIFAT Île-de-France. Eoliennes en Île-de-France. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Normandie. Les parcs éoliens terrestres de Normandie représentés par des points [ID [8efb7e04-1d80-4753-8caa-10d816422a49](https://geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/8efb7e04-1d80-4753-8caa-10d816422a49)]. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Nouvelle-Aquitaine. Nouvelle-Aquitaine : mâts éoliens - (ponctuel) [ID <https://www.sigena.fr/geonetwork/srv/de4d91d0-1a14-4e6f-ad0d-ecfeb528cf0>]. Downloaded on the 25th of March 2021.
- DREAL Occitanie. Mâts éoliens en Occitanie [ID <https://www.picto-occitanie.fr/geonetwork/srv/e5d6156b-bf32-4a5c-9bd0-5e0bc875e635>]. Downloaded on the 27th of March 2021.
- DREAL Pays-de-la-Loire. Eolien terrestre - Mâts d'éoliennes en Pays-de-la-Loire [ID <https://catalogue.sigloire.fr/geonetwork/srv/25823933-a92c-4d78-bacf-1cfcf339fd56>]. Downloaded on the 25th of March 2021.
- RETN - Référentiel Éolien Terrestre National - Carte des éoliennes en service au sein de la France Métropolitaine (Hors Corse) [ID [605500f95df0e872cb921c36](https://geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/605500f95df0e872cb921c36)]. Downloaded on the 25th of March 2021.

ANNEXE

Origine des données géoréférencées des éoliennes en France

DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. Mâts Eoliennes de Auvergne-Rhône-Alpes [ID 14008027]. Downloaded on the 25th of March 2021.

DREAL Bourgogne-Franche-Comté. Mâts éoliens en Bourgogne-Franche-Comté. Downloaded on the 25th of