

ÉOLIEN & BIODIVERSITÉ

Des solutions pour la nature



FRANCE
renouvelables
système électrique pilotable



France renouvelables est l'association porte-parole des énergies renouvelables électriques en France. Elle défend et promeut leur développement et rassemble plus de 360 membres, professionnels de la filière, répartis sur l'ensemble des chaînes de valeur.

Nous formulons des propositions politiques et des recommandations techniques pour améliorer le cadre réglementaire et économique permettant le bon développement de la filière des EnR électriques en France.

Nous portons une vision systémique autour de la pilotabilité du système électrique, du développement du stockage et des flexibilités associées.



Sommaire

1. La prise en compte de la biodiversité dans les projets éoliens

- Biodiversité et climat : deux crises indissociables p.6
- Les clés du climat p.8
- L'éolien dans le mix électrique français p.9
- Le déroulement d'un projet éolien terrestre p.10
- Le déroulement d'un projet éolien en mer p.12
- Les paramètres d'implantation d'un parc éolien p.14
- La séquence ERC : Éviter – Réduire – Compenser p.15
- Le suivi environnemental p.18
- 3 QUESTIONS À...** Brice Normand (Ouest Am') p.19
- Les effets de l'éolien terrestre sur l'environnement p.20
- Les effets de l'éolien en mer sur l'environnement p.21
- 3 QUESTIONS À...** Jehanne Prévot (France Energies Marines) p.22

2. L'amélioration des connaissances et des solutions

- L'Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité p.24
- 3 QUESTIONS À...** Thomas Eglin et Paul Franc (ADEME) p.25
- Éolien terrestre, biodiversité et recherche : une connaissance qui s'affine p.26
- Éolien en mer, biodiversité et recherche : des études de grande envergure p.28
- L'éolien dans les aires protégées p.30
- 3 QUESTIONS À...** Philippe Moutet et Léa Pourchier (Fédération des Parcs Naturels Régionaux) p.31
- **La biodiversité au cœur des projets éoliens... p.32**
- **... et du système électrique renouvelable et pilotable p.34**
- Le bridage des éoliennes : une mesure efficace pour protéger la faune volante p.36
- Le bridage dynamique grâce aux Systèmes de Détection Automatisés (SDA) p.37
- 3 QUESTIONS À...** Émilie Douté (Boralex) p.38
- 3 QUESTIONS À...** Rémi Saintier (DREAL Grand-Est) p.39
- Le bridage pour les chiroptères : une mesure qui a fait ses preuves p.40
- 3 QUESTIONS À...** Yannick Beucher (Exen) p.41
- Le repowering : l'opportunité du moins et mieux p.42
- 3 QUESTIONS À...** Laurie Gilbert (QENERGY) p.43

3. Retours d'expérience : des parcs éoliens engagés pour la biodiversité

- Le renouvellement du parc éolien de Marsanne (26) / QENERGY p.44
- Le suivi de l'Outarde canepetière sur le parc éolien de Saint-Pierre-de-Juillers (17) / BayWa r.e. & NTR p.46
- Le partenariat entre le Conservatoire d'Espaces Naturels Nouvelle-Aquitaine et WPD dans les Deux-Sèvres (79) p.48
- La restauration d'une ZNIEFF comme mesure d'accompagnement du parc éolien de Clais (76) / Alterric p.50
- L'amélioration de l'habitat de chasse de l'aigle royal grâce au parc éolien d'Amourès-Bouissac (34) / Valorem p.52
- L'Obligation Réelle Environnementale du renouvellement du parc éolien de Phénix (29) / ERG p.53
- La démarche agro-environnementale de BayWa r.e. p.54
- Le suivi environnemental de la construction du parc éolien en mer de Saint-Brieuc (22) / Iberdrola p.56
- Les mesures environnementales du projet pilote d'éolien flottant Provence Grand Large (13) / EDF Renewables p.58

Editos



Gilles Bloch
Président du
Muséum National
d'Histoire Naturelle

Nous savons aujourd'hui que crise climatique et crise de la biodiversité sont étroitement liées. Et si le GIEC est une instance bien connue du grand public pour documenter l'ampleur et les conséquences du changement climatique en cours, l'IPBES¹, qui en est l'équivalent pour la protection des écosystèmes, reste plus confidentielle en dépit d'un travail scientifique colossal sur les pressions qui s'exercent sur nos environnements.

Et bien qu'elle tende à se réduire, cette asymétrie s'explique par une différence de perception de ces crises. En effet, là où le climat est jalonné par des événements extrêmes qui marquent les esprits - inondations, vagues de chaleur, tempêtes -, la crise de la biodiversité est plus souterraine, moins perceptible. C'est sur ce constat que s'est appuyé le psychologue américain Peter Kahn en développant son concept « *d'amnésie environnementale* » qui désigne un mécanisme d'oubli de l'état de la biodiversité telle qu'on l'a connue par le passé. On constate, au fil des générations, un processus d'accoutumance des êtres humains à la dégradation de leur environnement et à la raréfaction voire la disparition de certaines espèces.

Aujourd'hui, nous sommes bien renseignés sur le fait que les énergies renouvelables constituent des alternatives aux énergies fossiles tout en permettant de lutter contre le dérèglement climatique. Leur déploiement à grande échelle n'est toutefois pas sans conséquence sur le tissu vivant de la planète. C'est de cette tension entre énergies renouvelables et protection de la biodiversité dont il est question dans ces rapports produits par France renouvelables et consacrés à deux énergies en particulier : l'éolien et le photovoltaïque.

Alors qu'il devient indispensable d'opérer une transition énergétique de grande ampleur, il est tout aussi urgent de recenser et de documenter les impacts de ces énergies renouvelables sur la biodiversité. Un important travail reste à conduire pour renforcer l'acquisition de connaissances sur les pressions exercées par ces filières sur les différents compartiments de la biodiversité. Un travail qui doit accompagner le développement d'outils d'évaluation efficaces. C'est ce que proposent ces rapports à travers une meilleure prise en compte des enjeux de protection du vivant à tous les maillons de la chaîne de production énergétique. Il s'agit ici de contribuer sans angélisme au développement de connaissances fiables et objectivées sur les impacts - qu'ils soient positifs ou négatifs - sur la biodiversité. Ce n'est qu'à travers ce travail scientifique que nous serons en mesure de planifier et d'orienter des politiques énergétiques vertueuses compatibles avec la préservation du vivant.

En définitive, ces rapports apparaissent comme des outils précieux pour appréhender le grand défi de notre temps qui est de concilier la production d'une énergie décarbonée et la préservation du vivant. Ils soulignent enfin la nécessité de faire travailler main dans la main ingénieurs et scientifiques et de concilier des approches trop souvent considérées comme antagonistes.

1. IPBES : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques fondée en 2012.

Renouvelables et biodiversité Comment faire du bien sans se faire (trop) de mal ?



Philippe Grandcolas
Directeur de recherche
au CNRS et
Directeur adjoint
scientifique national
pour l'écologie et
l'environnement
au CNRS

Toute activité humaine a une empreinte écologique, aussi modeste ou nécessaire soit-elle. Ceci étant dit, la somme des empreintes de nos activités est effroyable, ce qui occasionne la crise de la biodiversité. Nous nous faisons donc du mal, car au-delà du problème éthique qu'il y a à disposer d'espèces qui ne nous appartiennent pas, nous affaiblissons considérablement les services écosystémiques indispensables que nous rend la biodiversité. Productivité agricole en baisse, émergence de maladies infectieuses en hausse, perturbation du cycle de l'eau, autant de conséquences de cette crise qui se caractérise par des effondrements de population avant des extinctions finales¹.

D'après l'IPBES (le GIEC de la biodiversité), cinq grands types de pressions humaines provoquent cet effondrement : perte d'habitats, prélèvements, changement climatique, pollutions, espèces exotiques envahissantes. Notre production énergétique fossile cause à elle seule le changement climatique, et également des pollutions (marées noires, chimie du pétrole et notamment production de plastique mais pas que) et de la disparition d'habitats sur le lieu des exploitations ou des infrastructures.

L'enjeu pour les sociétés humaines est donc de trouver un compromis entre notre production d'énergie et les pressions sur le climat et la biodiversité². Très clairement et de l'avis de tous les experts et plateformes scientifiques, les énergies dites renouvelables se positionnent très favorablement dans cette perspective, parce qu'elles ont un très bon bilan carbone.

Tout l'enjeu est d'aller bien au-delà de ce bilan carbone et de réaliser un bilan environnemental de la production. En effet, réaliser un mauvais compromis et nuire trop fortement à la biodiversité va fatalement amener à des rétroactions négatives sur le cycle du carbone, voire à des baisses de services écosystémiques non acceptables.

À cet égard aujourd'hui, des controverses se font jour sur l'empreinte écologique des éoliennes ou des panneaux photovoltaïques. Doit-on couper des forêts naturelles pour installer des champs PV ? La réponse est évidemment non ! Si l'on fait cela, on altère fortement le bilan carbone de la production et on perd les services de régulation microclimatique, hydrologique, écologique fournis par un écosystème forestier riche et divers. Doit-on privilégier les zones protégées pour installer des éoliennes ? La réponse est également négative. Le principe d'une aire protégée est de lever un maximum de pressions sur la biodiversité et la surface des territoires terrestre ou marin en forte protection est déjà beaucoup trop faible pour engranger tous les bénéfices attendus. Il faut se rappeler que l'absorption de gaz carbonique par la photosynthèse n'est pas une simple réaction chimique mais un service écosystémique complexe médié par le climat et des organismes divers, ceux qui photosynthétisent, ceux qui les consomment et boostent leur production, et ceux qui régulent les uns et les autres. Il ne suffit pas de replanter un nombre d'arbres équivalents à ceux abattus ou d'oxygéner l'océan et le plancton pour engranger un bilan équivalent !

On doit donc absolument aujourd'hui renouer avec des pratiques vertueuses et des visions à long terme que nous avons délaissées avec les énergies fossiles : bannir les effets rebonds et substituer le renouvelable au fossile, suivre l'impact biodiversité des infrastructures productrices d'énergie renouvelable sur le long terme et l'optimiser sans relâche. Au prix de tous ces efforts, nous serons enfin capables de laisser à nos enfants un monde durable.

1. Grandcolas, P., 2024. Fake or not - Biodiversité. Tana Editions, Paris, 112 p. ISBN 1-03-010538-3
2. Pörtner, H.O. et al. 2021. IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change; IPBES and IPCC. DOI:10.5281/zenodo.4782538

Biodiversité et climat : deux crises indissociables

La **biodiversité** désigne l'ensemble des êtres vivants, les écosystèmes dans lesquels ils vivent ainsi que les interactions des espèces entre elles et avec leurs milieux. Elle contribue de manière significative à la régulation du climat en stockant du carbone (50 % des émissions de CO₂ sont absorbés par les océans et les forêts), en régulant le cycle de l'eau, en augmentant la résilience face aux changements climatiques et en offrant une protection contre les catastrophes naturelles. Elle produit d'innombrables services écosystémiques essentiels à la survie des espèces, dont l'Homme.

Aujourd'hui, les scientifiques s'accordent sur le fait que nous vivons à l'échelle planétaire la 6^e extinction de masse de la biodiversité, avec **plus d'une espèce sur huit susceptible de disparaître dans les prochaines décennies.**


— LES 5 PRINCIPALES CAUSES DU DÉCLIN DE LA BIODIVERSITÉ SELON L'IPBES

 <p>LES CHANGEMENTS D'USAGES DES TERRES ET DES MERS : la perte et la dégradation des habitats naturels, notamment due à la déforestation, à l'urbanisation et à la conversion des terres liées à l'agriculture</p>	 <p>L'EXPLOITATION DIRECTE DE CERTAINS ORGANISMES : destruction d'espèces et de milieux par la surpêche, la chasse excessive, le braconnage la déforestation, l'extraction minière...</p>	 <p>LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : modification des conditions de vie des espèces, en altérant les habitats, perturbant les cycles naturels et aggravant les phénomènes météorologiques extrêmes</p>
 <p>LES POLLUTIONS des eaux, des sols, de l'air, mais aussi les pollutions lumineuse ou phonique, associées aux activités humaines (pesticides, métaux lourds, ozone...), contaminant l'ensemble des compartiments biologiques</p>	 <p>LA PROPAGATION D'ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EEE), intentionnelle ou accidentelle : modification des équilibres biologiques des écosystèmes les plus sensibles aux perturbations et concurrence avec les espèces autochtones</p>	

— LES CONSÉQUENCES

 <p>75 % DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES & 40 % DES ÉCOSYSTÈMES MARINS SONT FORTEMENT ALTÉRÉS</p>	 <p>1 MILLION D'ESPÈCES SONT MENACÉES D'EXTINCTION SELON LA LISTE ROUGE DE L'UICN</p>	 <p>68 % DES VERTÉBRÉS SAUVAGES ONT DISPARUS DANS LE MONDE EN 50 ANS</p>
---	---	--

La France ne fait pas exception, et subit de plein fouet la crise que traverse la biodiversité :



20 %
seulement des **habitats d'intérêts** communautaires sont dans un **état favorable**

17 %
des **espèces animales et végétales** sont **éteintes ou menacées**

25 000 ha
sont **artificialisés** chaque année

1/3
des **oiseaux** des milieux bâtis et agricoles **ont disparu** en 30 ans, et **43 % des chauves-souris** en seulement 15 ans

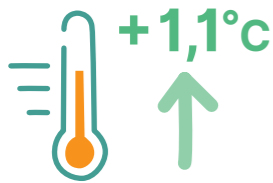
89 %
des **zones humides** sont **affectées** par le changement climatique

Le changement climatique contribue à modifier les conditions de vie des espèces, impactant notamment celles dont le potentiel d'adaptation est le plus faible. En effet, des **températures plus élevées modifient les habitats naturels**, poussant les espèces qui le peuvent à se déplacer vers des zones plus adaptées à leurs besoins, et aggravent le risque d'incendie. **Les changements de régimes de précipitations affectent également la disponibilité en eau**, mettant en péril les écosystèmes aquatiques et terrestres. **Les événements météorologiques extrêmes**, tels que les tempêtes, les sécheresses et les inondations, deviennent plus fréquents et plus intenses, perturbant les populations animales et végétales et menaçant leur survie. De plus, le réchauffement des océans entraîne la dégradation des récifs coralliens, des écosystèmes côtiers et des habitats marins, affectant la biodiversité marine. Les impacts du changement climatique vont s'accroître au fur et à mesure du réchauffement mondial : l'IPBES estime que la proportion d'espèces menacées d'extinction par le changement climatique se situe à 5% avec un réchauffement de 2°C, mais passe à 16% avec un réchauffement de 4,3°C.

Dans un rapport conjoint, l'IPBES et le GIEC rappellent qu'on ne peut régler la crise de la biodiversité indépendamment de la crise climatique, l'Homme étant directement responsable de chacune d'elle. Il est désormais indispensable de réaliser une transition vers un monde décarboné, à la biodiversité restaurée et préservée.

Pour aller plus loin : Global assessment report on biodiversity and ecosystem services (IPBES, 2019) ; IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change (2021) ; Rapport Planète Vivante (WWF, 2022) ; Les chiffres de référence sur la biodiversité en France (Observatoire National de la Biodiversité, 2023)

Les clés du climat



LA TEMPÉRATURE MONDIALE sur la période 2011-2020 était 1,1°C plus élevée que celle sur la période 1850-1900.

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, 1^{er} LEVIER D'ATTÉNUATION DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE



La transition énergétique est le processus de sortie des énergies fossiles actuellement dominantes dans le mix énergétique, remplacées par les énergies renouvelables électriques et thermiques.



D'après le GIEC et sur la base des contributions déterminées au niveau national (DNC) annoncées jusqu'en octobre 2021, un réchauffement climatique de

3,2°C D'ICI À 2100

est actuellement le plus probable, loin des +2°C prévus par l'Accord de Paris.



Pour limiter la hausse des températures en-dessous de 1,5°C, il faut **RÉDUIRE NOS ÉMISSIONS DE GES D'AU MOINS**

43% D'ICI 2030.



En 2019, la concentration de CO₂ (principal gaz à effet de serre, GES) dans l'air a atteint

410 PARTIES PAR MILLION (PPM) EN MOYENNE, le niveau le plus élevé depuis 2 millions d'années.

LES ACTIVITÉS HUMAINES via l'utilisation de combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon) et les changements d'affectation des terres (principalement la déforestation) **SONT INTÉGRALEMENT RESPONSABLES DU RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE.**

— 4 LEVIERS À ACTIONNER



SOBRIÉTÉ : réduire la consommation d'énergie en changeant les comportements et les habitudes



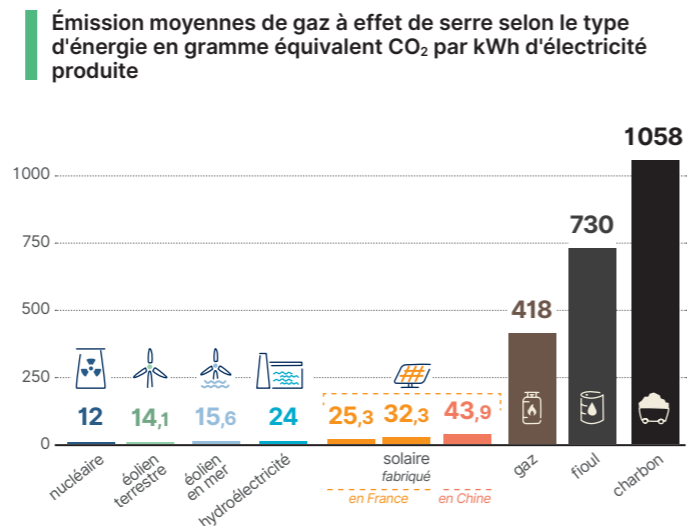
EFFICACITÉ : pour un même usage, utiliser moins d'énergie grâce à des technologies plus performantes



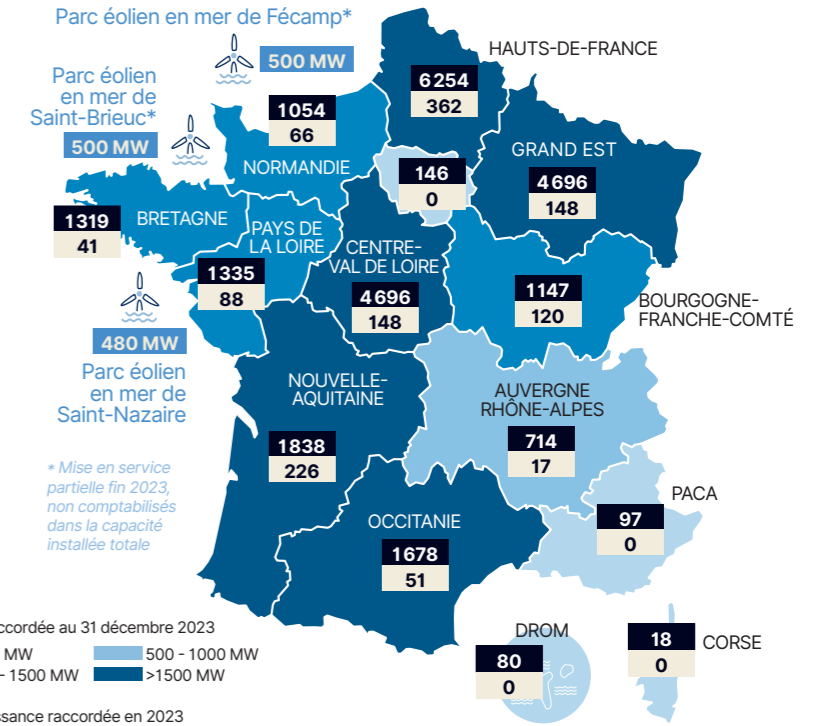
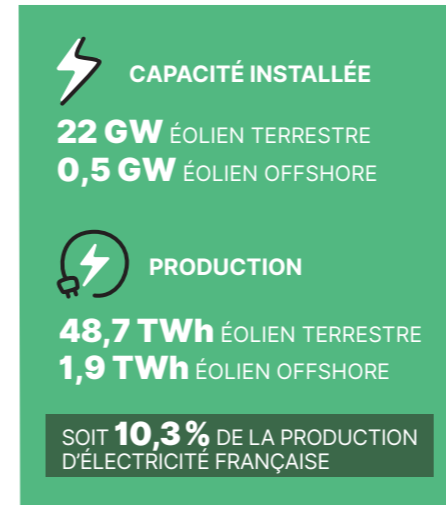
DÉCARBONATION DE L'ÉLECTRICITÉ : produire à partir de sources renouvelables ou bas carbone



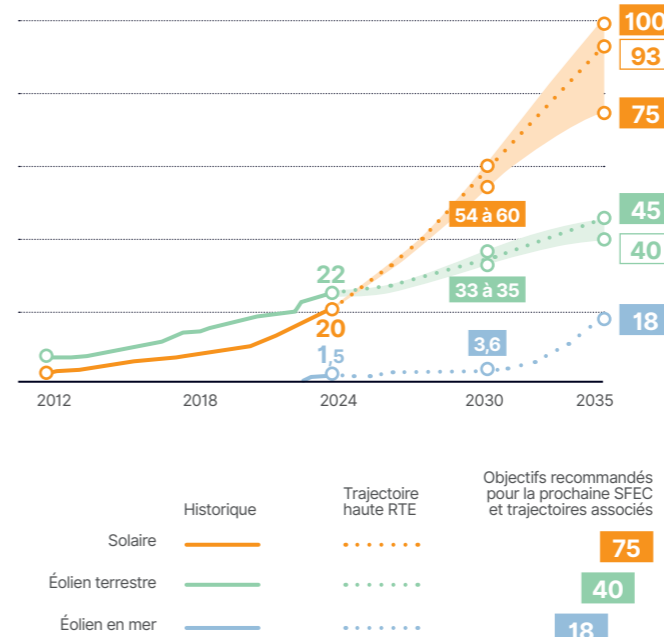
ÉLECTRIFICATION DES USAGES



L'éolien dans le mix électrique français



Évolution des parcs solaire, éolien terrestre et éolien en mer en France continentale et trajectoires recommandées d'ici 2035 pour réussir notre décarbonation, en GW



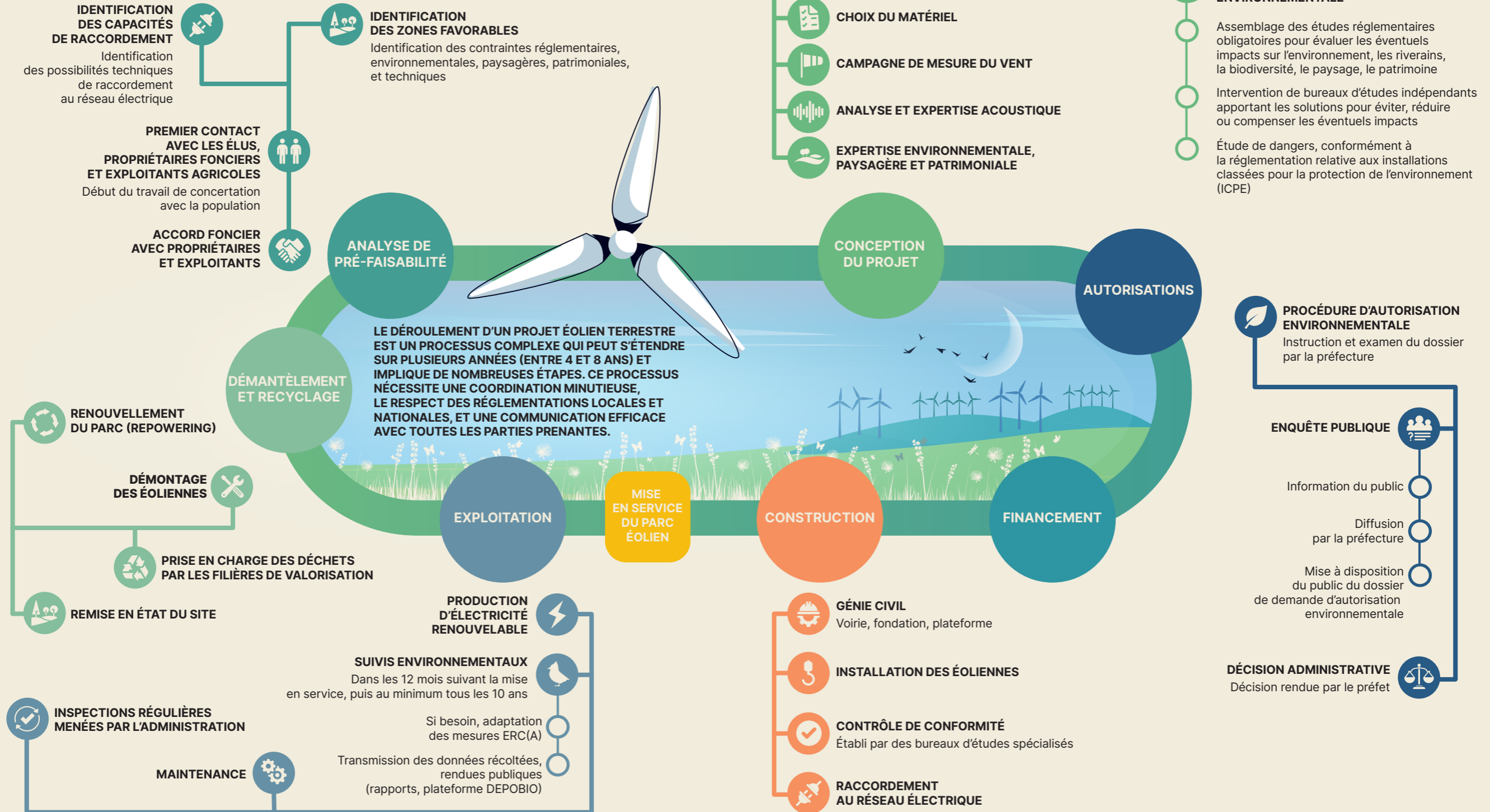
POUR RÉDUIRE NOTRE DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES ET GARANTIR NOTRE APPROVISIONNEMENT EN ÉLECTRICITÉ D'ICI 2035, LA FRANCE DOIT MULTIPLIER CES PUISSANCES PAR



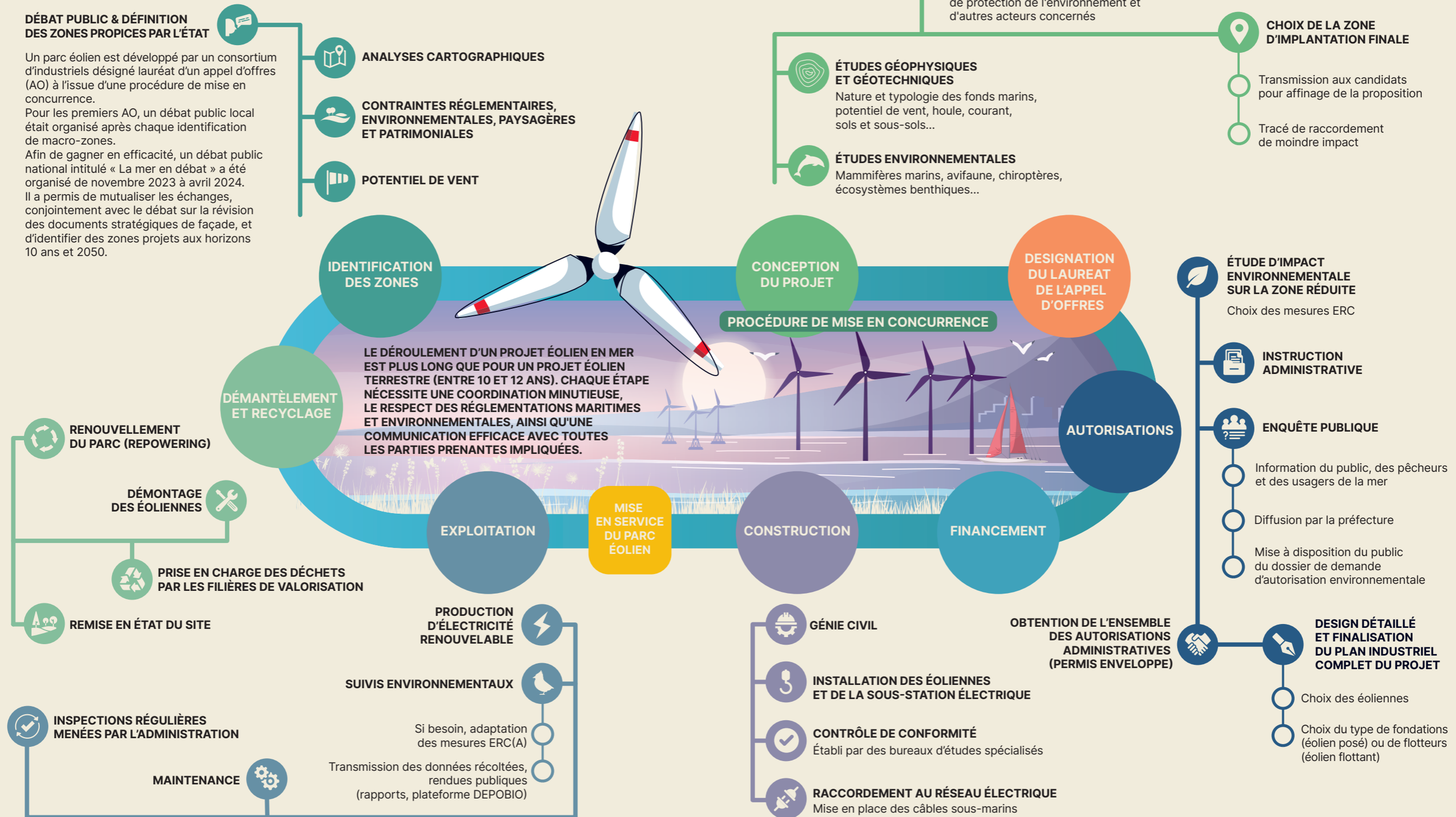
D'ici 2035, afin d'atteindre 40 à 45 GW d'éolien terrestre, le rythme de déploiement doit se maintenir entre **1,5 ET 2 GW INSTALLÉS CHAQUE ANNÉE.**

Par ailleurs, le pacte éolien en mer prévoit la mise en service successive de plusieurs parcs sur les différentes façades jusqu'à atteindre une **PUISSANCE INSTALLÉE TOTALE DE 18 GW EN 2035.**

Le déroulement d'un projet éolien terrestre

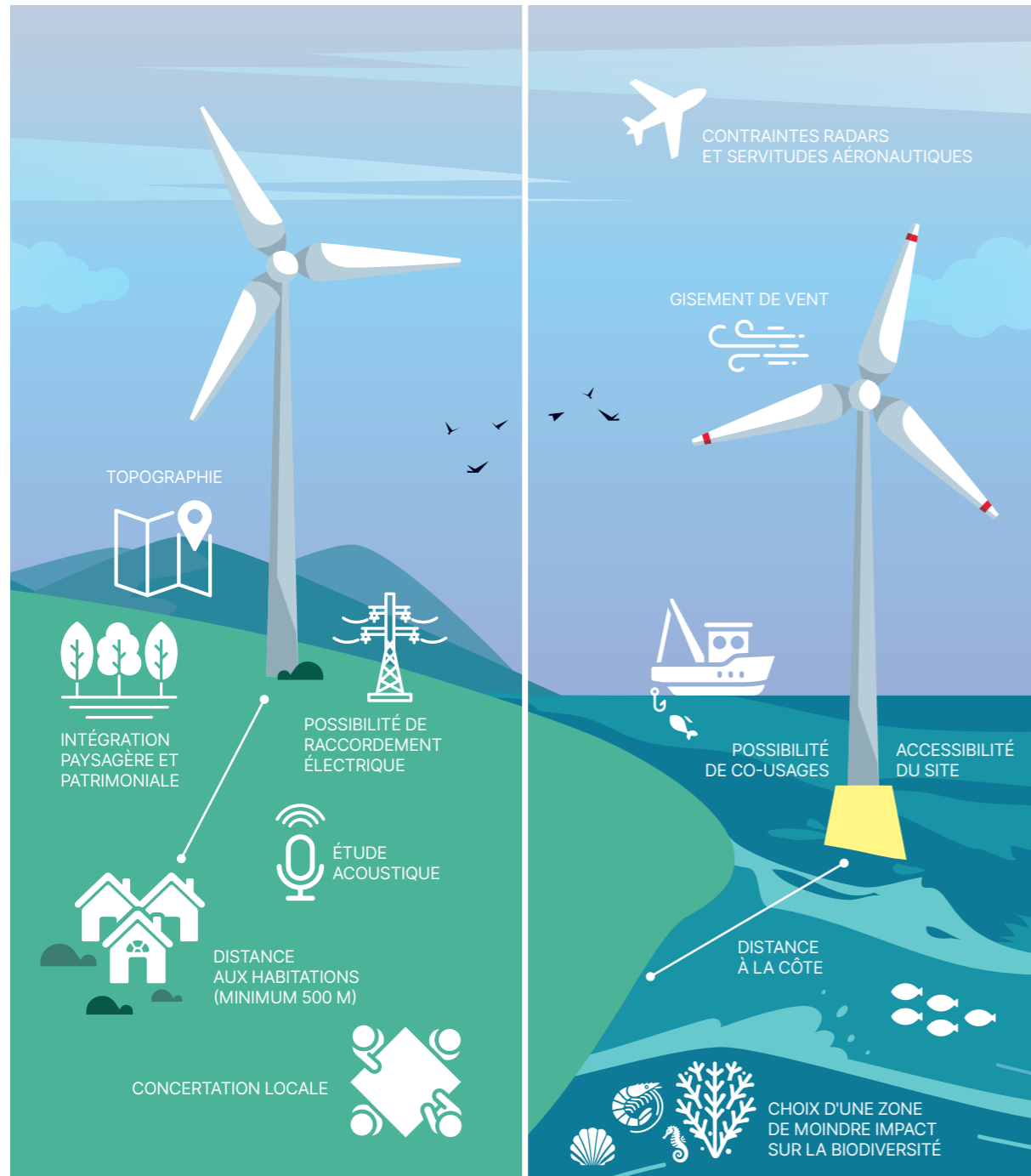


Le déroulement d'un projet éolien en mer



Paramètres d'implantation d'un parc éolien

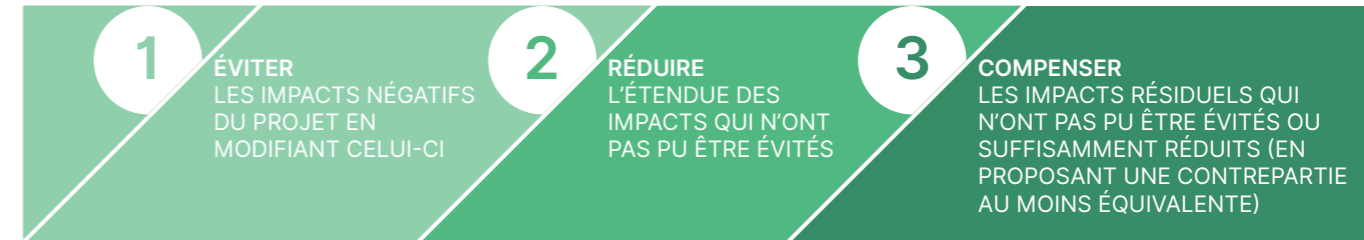
L'implantation d'un parc éolien ne se fait pas au hasard. Plusieurs critères socio-environnementaux sont étudiés finement afin de trouver la zone idéale, puis la configuration adéquate (nombre d'éoliennes, taille, positionnement, technologie...).



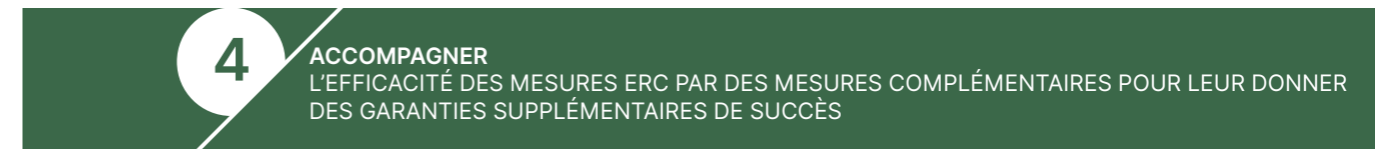
La séquence ERC : Éviter – Réduire – Compenser

Afin de faciliter la prise en compte des enjeux écologiques a été développée la séquence ERC (**Éviter - Réduire - Compenser**). Elle donne un cadre standardisé pour évaluer et réduire l'impact de tout projet, notamment d'énergie renouvelable. Cette méthode est inscrite au Code de l'environnement depuis 1976 et fournit une base méthodologique commune.

Elle établit une hiérarchie entre les mesures de protection de la biodiversité, par ordre de priorité :



Ces trois étapes peuvent être complétées par des mesures d'accompagnement :

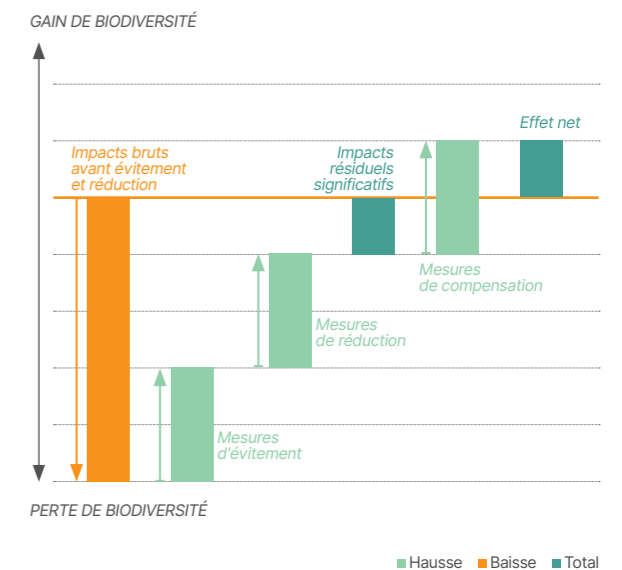


Le respect scrupuleux de l'ordre de ces différentes étapes permet une prise en compte adéquate des enjeux de biodiversité. Chaque porteur de projet est ainsi en mesure de pouvoir justifier de mesures spécifiques correspondant à chaque étape de la démarche ERC.

La méthode ERC permet de s'assurer qu'il n'y ait aucune perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain, afin que le projet puisse voir le jour.

Par ailleurs, les suivis environnementaux permettent une gestion adaptative des risques et impacts en phase exploitation. Ils se déroulent dans les 12 mois suivant la mise en service, puis au minimum tous les 10 ans. Des protocoles sont définis dès l'autorisation environnementale afin de fournir un cadre méthodologique à ces suivis permettant une comparabilité des résultats obtenus avec ceux de l'état initial de l'environnement. Ils sont systématiquement transmis aux DREAL pour contrôle. Si des écarts significatifs entre les impacts estimés et les impacts réels du parc éolien sont constatés, les mesures ERC sont adaptées, et de nouvelles peuvent y être ajoutées.

Bilan écologique de la démarche ERC



Les mesures d'évitement

Les mesures d'évitement sont les seules qui permettent d'éliminer totalement l'impact sur la biodiversité de la cible d'un projet. Elles sont donc prioritaires sur la réduction et la compensation. L'évitement doit être mis en œuvre aussi bien :

- **EN PHASE DE CHANTIER**, en prenant des mesures pour éviter autant que possible les impacts de la construction du parc éolien
- **EN PHASE D'EXPLOITATION**, en prévoyant dès le développement du projet des mesures évitant d'éventuels impacts du parc en fonctionnement

EXEMPLES

- Supprimer ou déplacer une ou plusieurs éoliennes prévues sur des zones à enjeux significatifs, comme dans le cas du projet éolien de Bronne San Souci (Escofi, 51) ;
- Sélectionner des accès à un site pour éviter des zones à enjeux significatifs, comme lors du renouvellement du parc éolien de Marsanne (Qenergy, voir p.44) où ont été évités les arbres à cavités favorables aux chauves-souris ;
- Adapter le calendrier des travaux au cycle biologique de l'avifaune et des chiroptères, comme sur le parc éolien de Chamole (Alterric, 39) où ont été évités les travaux de nuit et pendant les périodes de reproduction.

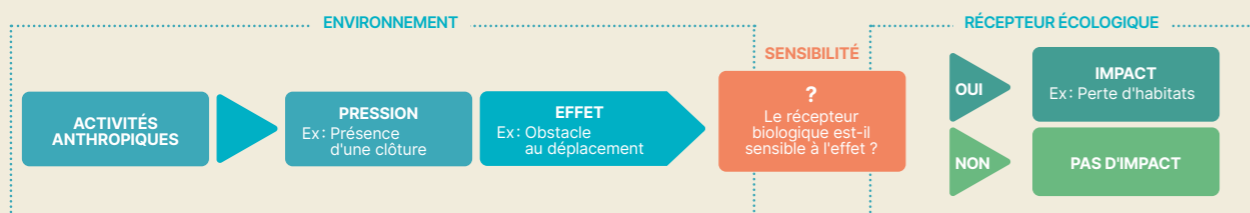
Les mesures de réduction

Les mesures de réduction ne diffèrent pas fondamentalement des mesures d'évitement. Elles prennent souvent la même forme sur le terrain, et une même mesure peut, selon son efficacité, être une mesure d'évitement (si elle supprime totalement l'impact) ou de réduction (si un impact résiduel subsiste). Contrairement aux mesures d'évitement, elles ne modifient pas la programmation de manière significative, puisqu'elles arrivent souvent plus tard, et servent à réduire les impacts d'un projet déjà validé.

EXEMPLES

- Augmenter la distance entre les éoliennes pour réduire un potentiel effet barrière, comme sur le parc éolien de Clais (Alterric, voir p.50) ;
- Instaurer un bridage des éoliennes pour réduire le risque de collision avec la faune volante, comme sur le parc éolien du Mont Huet (Escofi, 62), sur le parc d'Ids-Saint-Roch (Energiter, 18), sur le parc de Sainte-Rose (Valorem, 972) ou encore le parc des Cômes de l'Arce (Boralex, 10) ; voir p.36
- Adapter les aménagements en phase chantier, par exemple en mettant en place des hibernaculums et des barrières anti-batracien pour fixer les amphibiens en dehors de l'emprise du chantier du parc éolien du Rocher Breton (Alterric, 56).

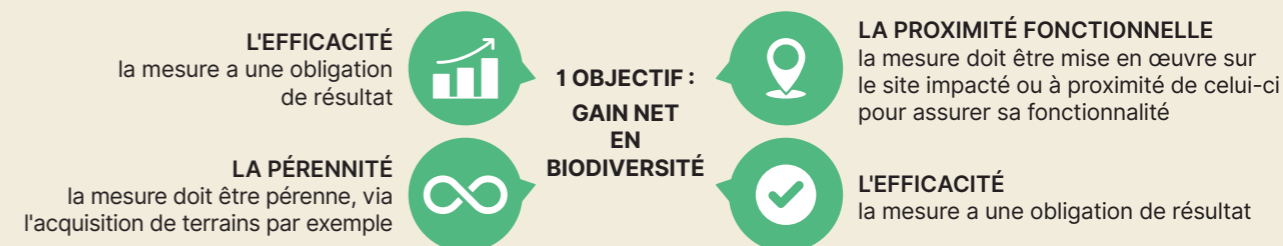
PRESSION, SENSIBILITÉ, IMPACT... QUELLES DIFFÉRENCES ?



Les mesures de compensation

Les mesures de compensation répondent à un impact résiduel notable, c'est-à-dire à un impact qui reste présent après l'application des mesures d'évitement et de réduction, et qui est susceptible d'entraîner une atteinte à l'écosystème. Cela recouvre par exemple la destruction ou l'altération d'espèces ou d'habitats.

— 4 CRITÈRES À RESPECTER



EXEMPLES

- Végétaliser ou revégétaliser : reboisement de surfaces défrichées lors du chantier en collaboration avec la commune et un lycée agricole sur le parc éolien de Chamole (Alterric, 39), réhabilitation d'un bosquet et plantation de haies dans le parc éolien du Rocher Breton (BayWa r.e., 56) ;
- Restaurer des habitats : réhabilitation d'un marais en faveur de la faune et de la flore dans le parc éolien de la Saronde (Alterric, 51), financement d'actions pastorales en faveur du Criquet hérisson sur le parc éolien de Provençialis (BayWa r.e., 83), création d'une mare dans le cadre du parc éolien de Bournezeau (EnergieTEAM, 85), ouverture et maintien de milieux ouverts dans un contexte de garrigue à proximité du parc de Fenouillèdes (Valeco, 66) ;
- Aménager des abris ou des gîtes artificiels, comme sur le site du parc éolien du Plateau de Savernat (Boralex, 03).

Les mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement regroupent des mesures qui ne peuvent pas se rattacher à l'évitement, la réduction ou la compensation, comme des actions supplémentaires d'amélioration de la connaissance (recherche sur certaines espèces de la faune ou de la flore) ou de préservation. L'engagement des acteurs de la filière éolienne à mettre en œuvre des actions d'accompagnement traduit la bonne volonté des exploitants sur les questions de protection de la biodiversité.

EXEMPLES

- Financer l'équipement des Milans royaux de balises GPS afin d'améliorer les connaissances sur leur migration, dans le cadre du parc éolien de Louvières (EDPR, 22) ;
- Créer de zones de chasse pour le Milan royal dans le cadre du parc éolien du Coteaux du Blaiseron (Boralex, 52) ;
- Mettre en place une ORE (Obligation Réelle Environnementale) dans le cadre d'une mesure de restauration d'une parcelle de plus de 3000 m² lors du renouvellement du parc du Phénix (ERG, voir p.53), permettant une protection de la biodiversité locale sur le long terme.

Le suivi environnemental

Le **suivi environnemental**, défini par l'arrêté ICPE du 26 août 2011, a notamment pour but d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des éoliennes. Sauf cas particulier, ce suivi doit débuter dans les 12 mois suivant la mise en service du parc éolien, afin d'assurer un **suivi sur un cycle biologique complet et continu adapté aux enjeux avifaune et chiroptères** susceptibles d'être présents. Ce suivi est renouvelé dans les 12 mois si le précédent a mis en évidence un impact significatif et qu'il est nécessaire de vérifier l'efficacité des mesures correctives. A minima, le suivi est renouvelé tous les 10 ans d'exploitation. Si des écarts significatifs entre les impacts estimés et les impacts réels du parc éolien sont constatés, les mesures ERC sont adaptées, et de nouvelles mesures correctrices peuvent être ajoutées.

Le suivi mis en place par l'exploitant doit être conforme au Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres reconnu par l'État.

Les données brutes collectées dans le cadre du suivi sont ensuite versées dans l'outil DEPOBIO, contribuant à une importante base de données nationale pour la connaissance des espèces.

— 3 OBJECTIFS PRINCIPAUX DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL



DÉTERMINER LE NIVEAU D'IMPACT généré par le parc éolien sur la faune



COMPARER OBJECTIVEMENT les mortalités générées d'une année à l'autre ou entre parcs



CONSTRUIRE ET ALIMENTER UNE BASE DE DONNÉES NATIONALE pour une vision globale et continue de l'impact du parc éolien français sur la biodiversité

En parallèle, le **suivi des mesures ERC** a pour but de déterminer l'impact effectif des mesures mises en place et donc de s'assurer de l'atteinte des objectifs fixés à savoir, une non perte voire un gain de biodiversité *in fine*. Un suivi doit être défini pour chacune des mesures ERC. Les mesures de suivi consistent à réaliser une série de collectes de données répétées dans le temps qui renseignent des indicateurs de résultat.



LE SUIVI DES PARCS ÉOLIENS EN MER

Les suivis sont présentés dans l'étude d'impact et validés par le préfet lors de la délivrance de l'autorisation du parc éolien, et repris dans l'arrêté préfectoral. Ils concernent tant le milieu physique (suivi de la qualité de l'eau, des bruits sous-marins...) que le milieu naturel (suivi de la colonisation des structures immergées, de l'avifaune, de la faune marine...).

Le dimensionnement temporel et spatial précis de ces suivis est ensuite discuté dans le cadre de l'instance de suivi et de concertation mis en place par le préfet.

» Le Tome 2 du *Référentiel technique pour la préservation de l'environnement marin dans les projets d'éoliennes en mer*, édité par l'Office Français de la Biodiversité, présente des exemples d'actions qu'il est possible de mettre en œuvre lors des suivis, afin d'aiguiller les porteurs de projets.

3 QUESTIONS À...



Brice Normand
Président-Directeur-Général
du bureau d'études Ouest Am'



Il y a eu une évolution significative de la prise en compte de la biodiversité dans les projets éoliens.



Comment accompagnez-vous les développeurs et exploitants de parcs éoliens au cours de leurs projets ?

En tant que bureau d'études, nous accompagnons les développeurs et exploitants de parcs éoliens terrestres tout au long de leurs projets. Nous intervenons généralement lorsque la Zone d'Implantation Potentielle (ZIP) est déjà définie. Si la ZIP est suffisamment vaste et présente une variabilité de milieux, nous pouvons redéfinir une zone plus favorable pour le projet, notamment en intégrant des critères d'évitement des impacts environnementaux. Par exemple, dans l'ouest de la France, nous débutons souvent par un inventaire des zones humides pour éviter les impacts permanents des infrastructures comme les plateformes ou les chemins d'accès.

Au fil de l'étude, nous identifions progressivement les enjeux environnementaux, en nous appuyant sur les inventaires saisonniers des espèces et habitats. Pour les projets de repowering, les études peuvent être plus rapides, souvent basées sur des inventaires et suivis environnementaux déjà réalisés sur le parc existant. Les choix concernant la durée et le type des inventaires sont alors faits en concertation avec les développeurs.

Concernant les exploitants de parcs éoliens, nous intervenons principalement dans le cadre des suivis environnementaux. Nous avons développé une méthode spécifique de suivi basée sur huit ans de données dans le grand ouest, permettant de définir des référentiels d'activité et de mortalité régionaux pour évaluer l'impact sur la faune volante. En phase de construction, nous assurons également le suivi des mesures environnementales sur le terrain, ce qui permet de former nos équipes d'écologues aux réalités des difficultés du chantier.

La prise en compte de la biodiversité dans les projets éoliens a-t-elle évolué ces dernières années ?

Il y a eu une évolution significative de la prise en compte de la biodiversité dans les projets éoliens.

Comparé à il y a vingt ans, les inventaires et analyses sont bien plus rigoureux. Les outils et méthodes ont considérablement progressés : enregistrement acoustique, logiciels de détermination des espèces, pression d'inventaire accrue et une plus grande attention portée à la biodiversité par les services de l'État. Les équipes des développeurs se sont également professionnalisées, avec l'embauche d'écologues, ce qui a amélioré la qualité des échanges.

Comment les suivis environnementaux pourraient-ils être améliorés ?

Plusieurs pistes d'amélioration existent pour renforcer l'étude et le suivi de la biodiversité dans les projets éoliens. D'abord, il est essentiel d'impliquer les écologues en amont dans la définition des ZIP. Travailler sur plusieurs propositions de ZIP et réaliser une phase de pré-diagnostic approfondie permettrait de faire un choix plus éclairé dès le début du projet.

Ensuite, il est crucial de réduire la durée de développement des projets. En raison des évolutions dans l'occupation des sols et des équipes de projet, il arrive que les inventaires réalisés ne soient plus pertinents. Nous explorons actuellement plusieurs pistes, en formant les responsables de projet aux spécificités des enjeux, impacts et mesures liés au développement éolien, en établissant des socles communs de définition des enjeux, et en favorisant des échanges réguliers entre les différentes équipes (biodiversité, paysage, assembleurs, développeurs). Enfin, un dialogue plus constructif avec les services de l'État, notamment avant le dépôt du dossier de demande, contribuerait à renforcer l'efficacité des projets en matière de biodiversité. Les universités et écoles d'ingénieurs doivent également prendre leur part de responsabilité dans la formation des chargés d'études aux enjeux spécifiques des énergies renouvelables.

Bien que des progrès considérables aient été réalisés, des efforts restent à faire pour perfectionner la prise en compte de la biodiversité dans les projets éoliens.



Les effets de l'éolien terrestre sur l'environnement

Comme toutes les activités humaines, le développement de l'éolien terrestre exerce des pressions pouvant avoir un impact sur la biodiversité fréquentant les parcs. La bibliographie scientifique s'accorde sur le fait que **les impacts des éoliennes terrestres se concentrent essentiellement sur les habitats (en phase travaux) et sur la faune volante (en phases travaux et d'exploitation)**. Elle montre que les impacts ne sont pas systématiques et qu'ils varient essentiellement en fonction des enjeux présents sur le site d'implantation des éoliennes.

■ EFFETS SUR LA FAUNE VOLANTE : UN RISQUE DE MORTALITÉ RÉEL MAIS DONT LA MAÎTRISE PROGRESSE

Les chiroptères (nom scientifique des chauves-souris) et les oiseaux (en particulier les passereaux et les rapaces diurnes) sont les animaux les plus sensibles à l'implantation d'éoliennes, en fonction des conditions locales. Par exemple, la présence d'éoliennes peut entraîner chez certaines espèces un **phénomène d'évitement d'habitats** pour l'alimentation, le repos, la migration ou la reproduction. À l'inverse, d'autres espèces peuvent être attirés par les parcs éoliens.

Le **risque de collision** est fréquemment cité lorsqu'il s'agit d'aborder la cohabitation entre les éoliennes et la biodiversité, car il est le plus évident à observer. D'après la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), une éolienne provoque en moyenne la mort de 7 oiseaux par an. Cependant, ce chiffre varie considérablement selon les parcs, en fonction de leur proximité avec des habitats d'intérêt majeur, du comportement des espèces locales et des choix de conception du parc éolien.

À l'échelle du parc éolien national, en 2023, cela représente environ 70 000 oiseaux tués, bien en deçà des plus grandes causes de mortalité comme la chasse (10 à 15 millions d'oiseaux tués par an, hors braconnage) et les chats domestiques (au moins 75 millions d'oiseaux tués par an).

— BONNES PRATIQUES

De la même manière que les oiseaux, les chiroptères peuvent être impactés par les éoliennes directement – par collision et barotraumatisme – et indirectement – par perte d'habitats. Cependant, contrairement aux oiseaux, l'état des populations actuelles, leur démographie et donc l'impact de l'éolien sur celles-ci sont mal connus, bien que le bridage semble être une mesure efficace de réduction de la mortalité (cf. p. 36).

Bien que les impacts des parcs éoliens terrestres sur les oiseaux et les chauves-souris soient le plus souvent relativement plus faibles que les autres causes de mortalité, la logique d'éco-conception qui accompagne le développement des énergies renouvelables implique une amélioration constante des pratiques.



CONCEVOIR LES PARCS ÉOLIENS AVEC LES MEILLEURES PRATIQUES : évitement des zones à enjeux forts, mise en place de bridage pour les chiroptères...



RÉALISER DES SUIVIS RIGoureux pour s'assurer de l'efficacité des mesures mises en place



AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SUR LES ESPÈCES : taille des populations, comportement de vol, réaction aux éoliennes...



PERMETTRE LE DÉVELOPPEMENT ET LE TEST DE NOUVELLES MESURES DE RÉDUCTION DES IMPACTS, comme les systèmes de détection automatisés (SDA)



■ EFFETS SUR LES HABITATS : UNE FAIBLE EMPRISE AU SOL, LE PLUS SOUVENT SUR DES TERRES AGRICOLES

L'emprise au sol des parcs éoliens est limitée. La grande majorité (~80%) est installée en terrains agricoles, avec lesquels ils partagent une large zone de co-usage. Les surfaces artificialisées sont limitées aux équipements composant le parc éolien (plateforme des éoliennes, piste d'accès, poste électrique...), tandis que la partie imperméabilisée se limite aux fondations et mâts d'éoliennes et aux postes de livraison électrique (de l'ordre de 0,2 hectare pour un parc éolien de 10 MW).

La phase de chantier est celle où l'impact sur les habitats peut être le plus significatif. Toutefois, les interventions sont précises et adaptées aux enjeux locaux, concernant généralement des surfaces limitées et sont encadrées par les mesures ERC adaptées. Il est parfois nécessaire d'élargir ou de créer des chemins, tant pour permettre l'accès aux véhicules lors des phases de chantier que pour la maintenance. En effet, la loi exige que « *le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours* » (Arrêté ICPE du 26 août 2011). Mais en définitive, les éoliennes ont une faible emprise au sol : une fois installées, seulement au plus 0,5 ha restent non cultivables à proximité de chaque éolienne. Enfin, lors du démantèlement des parcs (entièrement aux frais de la société exploitant le parc éolien), la totalité des fondations en béton (par ailleurs recyclables) est systématiquement excavée et les sols remis en état. Là où l'éolien passe, l'herbe repousse !

— BONNES PRATIQUES



ÉVITER LES HABITATS SENSIBLES ET LES ZONES À FORTS ENJEUX DE BIODIVERSITÉ

FAIRE INTERVENIR DES ÉCOLOGUES LORS DU CHANTIER pour s'assurer de son impact minimal sur la faune et la flore



Les effets de l'éolien en mer sur l'environnement

Comme les autres activités anthropiques marines (trafic maritime, pêche, extraction de granulats marins, etc.), le développement des parcs éoliens en mer génère des pressions, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement. Sur les 13 pressions identifiées par le collectif international OES-Environmental, 4 présentent des enjeux majeurs.

Le changement d'habitat est localisé et bien documenté pour chaque compartiment biologique. Il peut avoir pour effets la création de nouveaux habitats de substrats durs, la biocolonisation et/ou un effet récif. Le changement d'habitat est susceptible de modifier localement la biodiversité et la connectivité du réseau trophique. Il doit être étudié à l'échelle de l'écosystème et avec l'ensemble des activités humaines. L'impact varie en fonction des espèces concernées.

Les émissions sonores concernent surtout la phase travaux et les opérations de battage/forage des fondations. Au regard de la diversité des espèces et des différentes composantes du son, le niveau de connaissance reste à approfondir. Des mesures de réduction sont systématiquement mises en œuvre (dispositifs d'effarouchement préventifs, rideaux de bulles), en particulier pour les mammifères marins.

Les émissions électromagnétiques sont très localisées (autour des câbles). Dans le cas des câbles enfouis ou posés sur le fond, les effets potentiels concernent principalement les espèces vivant sur/ou à proximité du fond et sensibles aux champs électromagnétiques. L'enfouissement des câbles permet de réduire le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques des espèces vivant à proximité du fond. Ce n'est pas le cas des espèces vivant dans le sédiment.

Les collisions concernent majoritairement les oiseaux et les chauves-souris et peuvent entraîner des blessures, pouvant aller jusqu'à la mort des individus. Les effets potentiels dépendent de nombreux facteurs (espèces présentes, altitude de vol, capacité d'évitement, conditions météo, etc.) et doivent être étudiés au cas par cas en fonction des sites d'implantation et de la configuration des parcs. Des mesures ERC sont déjà opérationnelles pour limiter les impacts et de nombreux travaux sont en cours pour améliorer les systèmes de détection des oiseaux et des chauves-souris.

— BONNES PRATIQUES



SÉLECTIONNER DES SITES D'IMPLANTATION aux enjeux environnementaux les plus réduits possibles



RÉALISER UN SUIVI RÉGULIER pour évaluer les impacts et adapter les opérations en conséquences



UTILISER DES TECHNOLOGIES DE CONSTRUCTION minimisant le bruit et les vibrations



POURSUIVRE LA RECHERCHE ET L'ACQUISITION DE CONNAISSANCES

FICHES SYNTHÉTIQUES – LES EFFETS DE L'ÉOLIEN EN MER SUR L'ENVIRONNEMENT

Réalisé par France Energies Marines, ce livret court et didactique présente sous forme de fiches les résultats d'une synthèse bibliographique réalisée par les équipes de cet institut sur la base des données disponibles en 2022. Il permet de donner un aperçu général de 13 pressions identifiées pour l'éolien en mer et d'en décrire les principales sources d'émissions, les effets potentiels associés et les principales espèces concernées ainsi que les mesures d'évitement, de réduction et de compensation mises en place pour limiter ces effets sur l'environnement. Pour chaque fiche, un focus met en avant un retour d'expérience issu de sites pilotes ou de parcs éoliens en France et en Europe.

> Livret à retrouver sur le site internet de France renouvelables



3 QUESTIONS À...



Jehanne Prévot
Responsable Programme
Intégration Environnementale



L'amélioration des connaissances et les programmes de recherche permettent de diminuer les impacts en milieu marin.



Comment sont étudiés les effets de l'éolien en mer sur l'environnement chez France Energies Marines ?

Une équipe d'une trentaine d'ingénieurs et chercheurs est dédiée à l'étude des enjeux environnementaux et socio-économiques liés au développement des parcs éoliens en mer. Nous menons différents projets de R&D dont les principaux objectifs sont de caractériser les interactions entre les parcs et l'environnement, en étudiant leurs effets sur les différents compartiments de l'écosystème, ainsi qu'à une échelle globale, pour ensuite proposer des solutions ou mesures dédiées.

Le projet FISHOWF et sa suite FISHOWF+, par exemple, s'intéressent aux effets des parcs éoliens sur les peuplements de poissons et crustacés grâce à la télémétrie acoustique. Dans le cadre de ce projet, plus de 300 poissons (roussettes, raies, émissoles, etc.) et crustacés ont déjà été équipés d'une marque acoustique qui émet un signal unique, et nous permet de suivre les déplacements de chaque individu grâce à des récepteurs positionnés au sein des parcs éoliens (Courseulles, Saint-Brieuc, Saint-Nazaire et Yeu Noirmoutier), mais également en dehors, grâce à nos partenaires qui déploient ce réseau de suivi à l'échelle européenne. Autre exemple, le programme DRACCAR permet d'étudier les effets sur l'environnement grâce une plateforme de recherche entièrement dédiée à l'éolien en mer, le mât de mesures de Fécamp. Équipée de différents instruments de mesure et de détection, cette plateforme nous permet d'étudier plusieurs compartiments de l'écosystème en même temps : la mégafaune marine (suivi de la fréquentation du site par les oiseaux et les mammifères marins), les espèces benthiques (étude du biofouling et caractérisation de l'effet récif associé) et les processus hydro-sédimentaires (dynamique de fonds marins). Elle permet également de suivre différents paramètres environnementaux comme le vent et d'étudier les interactions physiques et les réponses des structures aux contraintes environnementales (courants, marées, etc.).

Est-il possible de diminuer les impacts en milieu marin ?

Oui et c'est tout l'enjeu de l'amélioration des connaissances et des programmes de R&D. Plus

on connaît les interactions et les réponses d'un écosystème ou d'une espèce à une perturbation, plus on est en mesure de proposer des solutions pour réduire les effets des pressions et leurs impacts sur les écosystèmes marins. C'est également tout l'enjeu de la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC), dont l'objectif premier est de proposer des mesures pour éviter les atteintes à l'environnement lorsque la mise en œuvre d'un projet présente des risques pour l'environnement. Elles doivent ensuite être réduites, si et seulement si elles n'ont pas pu être suffisamment évitées, puis compensées en dernier recours. L'application de la séquence ERC est une obligation réglementaire inscrite au code de l'environnement.

Avec 45 GW d'éolien en mer prévus en 2050, quels vont être les défis à relever du point de vue environnemental ?

Avant tout, il sera nécessaire de poursuivre les suivis et l'amélioration des connaissances sur les interactions entre les parcs éoliens en mer et l'environnement. S'il existe désormais un bon retour d'expérience des pays d'Europe du Nord, chaque écosystème présente ces spécificités et il est primordial d'étudier les enjeux environnementaux au cas par cas.

Aujourd'hui, la majorité des travaux réalisés dans le cadre des études d'impacts sont menés en étudiant les différents compartiments de l'écosystème séparément. Au cours des prochaines années, il faudra développer une approche plus écosystémique pour étudier les effets des parcs à une échelle plus globale. Il s'agira de mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes et leurs réponses aux perturbations d'origine humaine, que ce soient celles générées par les parcs éoliens mais également celles issues de l'ensemble des activités pratiquées en mer ou ayant une influence sur le milieu marin, sans oublier le réchauffement climatique. À l'horizon 2050, le principal défi sera ainsi d'améliorer la prise en compte des effets cumulés afin d'être en mesure de proposer des solutions et des recommandations concrètes à l'ensemble des usagers et professionnels de la mer.

L'Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité

— CONTEXTE

LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET LA PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ sont tous deux nécessaires, et doivent être abordés ensemble afin d'être conciliés

DE NOMBREUSES DONNÉES ET ÉTUDES existent sur les impacts des EnR sur la biodiversité et les solutions pour y remédier, mais sont sous-exploitées, dispersées et peu valorisées

Article 20 de la loi APER* et Décret du 7 avril 2024



"Cet observatoire a notamment pour mission de réaliser un état des lieux de la connaissance des incidences des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages, des moyens d'évaluation de ces incidences et des moyens d'amélioration de cette connaissance."

— 2 OBJECTIFS



LA SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES

disponibles sur les incidences des EnR terrestres sur la biodiversité, les sols et les paysages ainsi que sur l'efficacité des dispositifs ERC accompagnant le développement des EnR



LA DIFFUSION AUPRÈS DU PUBLIC ET DES PARTIES PRENANTES

de l'ensemble de ces synthèses de connaissances, études, expertises et données

— ORGANISATION

PILOTAGE STRATÉGIQUE



MISE EN ŒUVRE



ASSEMBLÉE DES PARTIES PRENANTES

Une soixantaine d'organisations représentant le secteur de l'énergie, les associations de protection de l'environnement, les collectivités territoriales, les gestionnaires d'espaces naturels protégés...

— 3 MISSIONS



ÉTAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES ET DES MOYENS DE LES AMÉLIORER

- Évaluation et exploitation des données disponibles
- Recensement et cartographie des études R&D françaises
- État des lieux de la connaissance scientifique



EXPERTISES SCIENTIFIQUES COLLECTIVES (ESCO)

- Études scientifiques et techniques, visant à répondre à des besoins d'acquisition de connaissances ponctuels qui ne seraient pas couverts par d'autres études recensées dans l'axe précédent



CENTRE NATIONAL DE RESSOURCES

- Hub d'information mettant à disposition l'ensemble des ressources
- Accompagnement technique des acteurs
- Agora capitalisant les retours d'expériences et valorisant les bonnes pratiques

3 QUESTIONS À...



Thomas Eglin, Coordinateur du pôle « Sols, Paysages et Impacts Environnementaux » au sein de la Direction Bioéconomie et Énergies Renouvelables

Paul Franc, Ingénieur éolien au Service Électricité Renouvelable & Réseaux



Il est important d'améliorer et d'homogénéiser les pratiques, dès la conception et durant l'exploitation des parcs, pour des projets plus vertueux.



◉ Quel est le rôle de l'ADEME sur les sujets d'énergies renouvelables et de biodiversité ?

L'ADEME mobilise une expertise liée au développement et à l'impact des différentes EnR et vecteurs énergétiques décarbonés. Il s'agit de produire et de diffuser des connaissances sur les gisements mobilisables, l'amélioration des performances, la réduction des coûts, la caractérisation et la réduction des impacts environnementaux, dont la biodiversité, ainsi que sur les enjeux économiques et sociaux liés à leur déploiement. Sur le sujet de la biodiversité, l'ADEME a une feuille de route commune avec l'Office Français de la Biodiversité (OFB). Celle-ci doit contribuer à la planification et la conception de projets d'énergies renouvelables à moindre impact, principalement via l'amélioration, la synthèse et le transfert de la connaissance. Dans cette optique, l'OFB et l'ADEME doivent ainsi mettre en œuvre l'Observatoire des Énergies Renouvelables et de la Biodiversité. Enfin, l'ADEME peut également contribuer au financement de l'innovation sur ce sujet.

◉ Que va permettre l'Observatoire des EnR et de la biodiversité ?

L'Observatoire des Énergies Renouvelables et de la Biodiversité vise à éclairer le débat public et les décisions politiques en matière de développement des énergies renouvelables et de conciliation avec les enjeux de protection de la biodiversité. Il a d'abord une mission long terme de dresser un état des lieux de la connaissance sur les incidences des EnR sur la biodiversité, les sols et les paysages, et sur les pratiques mises en œuvre pour les atténuer. Un premier partenariat vient d'être mis en place avec le Museum National d'Histoire Naturelle. Il doit également accompagner l'appropriation de cette connaissance par les différentes parties prenantes :

mise à disposition de la documentation la plus pertinente, développement de formations, diffusion large des meilleures pratiques via le partage de retours d'expérience ou l'élaboration de guides. Un centre national de ressources dédié adossé à un site web sera opérationnel d'ici fin 2024. Enfin, il pourra réaliser des expertises et des études ciblées sur des sujets d'actualités.

◉ Quels sont les principaux leviers d'étude restant à actionner sur l'éolien ?

La présence de parcs éoliens peut parfois entraîner des impacts directs (mortalités dues aux collisions) et indirects (perturbation, perte d'habitat, modification de trajectoires) sur la faune volante (oiseaux, chiroptères). Il est donc important d'améliorer et d'homogénéiser les pratiques, dès la conception et durant l'exploitation des parcs, pour des projets plus vertueux. Le développement de programmes de recherche doit continuer afin d'améliorer les connaissances des incidences, et mieux comprendre leurs causes et leurs conséquences sur la faune volante. Quelques axes sont prioritaires comme :

- Le travail sur la séquence Éviter-Réduire-Compenser (identifier les sites de moindre impact pour aider à la planification, optimisation des mesures d'évitement, dimensionnement et amélioration des mesures de réduction, définition des mesures de compensation) ;
- L'évaluation des impacts sur l'état de conservation des espèces et de comprendre ses variations (dans l'espace, au cours du temps) ;
- L'évaluation des impacts à une grande échelle spatiale pour prendre en compte les effets cumulés, avec les autres activités humaines.

* Loi APER : loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables

Éolien terrestre, biodiversité et recherche : une connaissance qui s'affine

Le monde scientifique s'est saisi très tôt de l'étude des effets de l'éolien terrestre sur la biodiversité. Par exemple, les moyens mis en place, tant dans les études réglementaire que dans les programmes de recherche, ont permis une amélioration des connaissances majeure des populations de chiroptères.

Aujourd'hui, la science se penche en particulier sur les mécanismes comportementaux de réaction de la faune volante aux éoliennes, aux performances des Systèmes de Détection Automatisés (SDA) et à l'optimisation des bridages.

Effets des éoliennes sur l'utilisation des habitats par les chiroptères
(2019 – 2023) – Camille Leroux (Auddicé biodiversité/MNHN)

La thèse de Camille Leroux visait à identifier les sources de perturbations à différentes échelles causées par les éoliennes sur les chiroptères afin de mieux comprendre leurs réponses comportementales et ainsi prédire les impacts (perte d'habitats, mortalité) pour une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les projets éoliens. Elle a notamment permis de mettre en évidence une **co-existence des répons d'attraction et d'évitement à échelle locale**, variables selon de nombreux paramètres (proximité aux habitats, vitesse de vent, positionnement par rapport aux vents dominants...), **ainsi que les effets de la densité en éoliennes et du diamètre du rotor sur différents groupes de chiroptères**. Les conclusions de l'étude permettent d'envisager de **nouvelles mesures d'évitement et de réduction des impacts**, ainsi que de **nouveaux programmes de recherches** pour approfondir des résultats pionniers.

MAPE : Réduction de la Mortalité Aviaire dans les Parcs Eoliens
(2018 – 2024) – CEFE-CNRS, MSH Sud et multiples partenaires

Ce projet de recherche multi-acteurs et collaboratif a trois objectifs :

- 1/ **Comprendre les causes et les conséquences** de la mortalité aviaire dans les parcs éoliens terrestres en exploitation
- 2/ **Produire des connaissances** qui vont contribuer à améliorer l'efficacité des systèmes de détection et d'effarouchement d'oiseaux
- 3/ Apporter les éléments nécessaires pour **faire évoluer la réglementation actuelle**

Découpé en plusieurs études visant notamment à mieux comprendre les conditions qui favorisent les collisions d'oiseaux ou encore la perception du mouvement rotatif par les oiseaux, il a également permis aux chercheurs de **proposer des outils relatifs aux SDA**. Premier projet de grande ampleur associant scientifiques, représentants de l'État et filière éolienne, il a permis de structurer des axes de travail qui seront poursuivis dans les prochaines années.

— LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : L'UN DES PLUS GRANDS LABORATOIRES D'ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ DE FRANCE



40 À 50 MILLIONS D'EUROS

dédiés chaque année à l'étude et au suivi de la biodiversité, ainsi qu'à la mise en place de solutions pour diminuer les impacts



PRÈS DE 2000 ETP

au cœur des territoires, répartis entre les écologues des sociétés EnR et les bureaux d'études missionnés sur les études, les suivis et les mesures ERCA



PREMIER CONTRIBUTEUR NATIONAL

pour le partage de données brutes de biodiversité sur la plateforme DEPOBIO (Dépôt légal des données brutes de biodiversité)



Activité de vol des chiroptères à hauteur des pales des éoliennes : quels déterminants de la variation spatiotemporelle de cette activité ? (2019 – 2025)
– Kévin Barré (MNHN) et France renouvelables

Menée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et financée intégralement par France Renouvelables, cette étude a mis en évidence **l'importance des facteurs paysagers, climatiques, temporels et de fonctionnement des éoliennes sur l'activité des chauves-souris**. Une deuxième phase d'étude est en cours afin d'analyser plus finement les différentes variables à l'échelle intra-nuit, avec pour objectif de produire un algorithme de bridage multifactoriel. Elle se poursuivra ensuite dans le cadre du projet BRIBAT, lauréat d'un appel à projet de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) et Mirova Foundation, visant à définir un **cadre opérationnel pour une mise en œuvre efficace des algorithmes multifactoriels de bridage des éoliennes en faveur des chiroptères**.

Autres études en cours : **CHIRO – EOLUM** (Effet du balisage lumineux des éoliennes sur l'activité des chiroptères), **VULNEO** (Vulnérabilité de l'avifaune terrestre aux infrastructures éoliennes en France métropolitaine), etc...

APOCOPE : Amélioration de la Protection des Oiseaux et des Chauves-souris et Optimisation de la Production d'Énergie Éolienne (2023 – 2026)
– Ouest Am', MNHN, ADEME

Cette étude ambitieuse vise plusieurs objectifs clés :

- **Créer un jeu de données national des suivis de mortalité** sur la période 2019-2023, statistiquement exploitable et compatible avec DEPOBIO.
- **Identifier les facteurs influençant la mortalité de la faune volante**, afin de fournir des recommandations pour la planification du déploiement de l'éolien terrestre, en identifiant des habitats ou des zones géographiques à moindre risque.
- **Étudier les facteurs influençant l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle**, afin de déterminer les seuils permettant d'optimiser les périodes de fonctionnement des éoliennes tout en minimisant leur impact sur la biodiversité

L'étude fournira ainsi des informations nouvelles pour planifier le développement et le renouvellement de l'éolien terrestre français, en intégrant la préservation de la faune volante au même titre que les autres contraintes réglementaires. Au sein de la séquence ERC, ses recommandations permettront tant de favoriser l'évitement que d'améliorer la réduction.

CWW 2025

LA FRANCE ACCUEILLE LE RENDEZ-VOUS SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DE L'ÉOLIEN ET DE LA BIODIVERSITÉ !



Tous les deux ans, la CWW (Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts) réunit chercheurs, consultants, entreprises spécialisées dans l'expertise et les technologies de protection de la faune et de la flore, développeurs et exploitants d'énergie éolienne, services de l'État, investisseurs et représentants d'ONG du monde entier afin qu'ils partagent tous ensemble leur savoir-faire et leurs expériences.

Lors de ces conférences, ces experts échangent sur des solutions pour éviter, minimiser et atténuer l'impact des parcs éoliens sur la faune et la flore, tant sur terre qu'en mer. La conférence CWW étudie également les possibilités d'améliorer la conservation des espèces et des habitats naturels dans le cadre du développement des parcs éoliens.

Un comité scientifique composé d'experts internationaux assure la plus haute qualité scientifique de cette conférence. Pour cela, il s'investit dans l'identification des principaux sujets abordés, l'examen des propositions de posters et des résumés, l'animation des sessions.

La prochaine édition sera organisée du 8 au 12 septembre 2025 à Montpellier par :



Association professionnelle porte-parole des énergies renouvelables électriques, dont l'éolien, depuis 25 ans



Cabinet d'ingénierie, leader européen en écologie et questions environnementales



Institut de référence national dédié aux énergies marines renouvelables

Informations et billetterie sur : cww2025.org

Éolien en mer, biodiversité et recherche : des études de grande envergure

Le milieu marin a toujours fait l'objet d'un déficit de connaissances de part son étendue et son inhospitalité. Cependant, les grandes ambitions de développement de l'éolien en mer ont permis de lancer de nombreux programmes de recherche, ambitieux par leurs objectifs et dotés de financements importants.

Aujourd'hui, près de la moitié des études françaises en cours portant sur le lien entre énergies renouvelables et biodiversité sont consacrées à l'éolien en mer, en particulier pour l'amélioration de la connaissance des écosystèmes marins et du comportement de la faune marine.

L'OBSERVATOIRE NATIONAL DE L'ÉOLIEN EN MER

Créé en 2022 et doté d'un budget de 50 millions d'euros sur 3 ans, l'Observatoire est en charge d'éclairer le débat public et la décision politique relatifs au développement de l'éolien en mer. Il est piloté de façon transversale par les ministères en charge de l'énergie, de la transition écologique et de la mer, avec l'appui de l'Office Français de la Biodiversité et de l'Ifremer. Ses 3 missions principales sont :



REGROUPER, VALORISER, RENDRE ACCESSIBLES LES CONNAISSANCES qui existent déjà, y compris le retour d'expérience des parcs à l'étranger



ACQUÉRIR DES CONNAISSANCES COMPLÉMENTAIRES sur le milieu marin ainsi que sur les interactions entre les éoliennes et la biodiversité marine (y compris la réduction des impacts)



CONTRIBUER À DÉFINIR UNE MÉTHODOLOGIE NATIONALE SCIENTIFIQUE pour l'évaluation et le suivi des impacts environnementaux des parcs

L'Observatoire se limite aux enjeux environnementaux liés au milieu marin (milieu physique, écosystèmes, biodiversité). Les projets financés dans le cadre de l'Observatoire de l'éolien en mer sont signalés par *.

FISHOWF : Stratégies de suivi pour identifier et évaluer les effets des parcs éoliens offshore et de leurs raccordements sur les peuplements de poissons

(2021 – 2024) – France Energies Marines, avec de nombreux partenaires dont l'Ifremer et le MNHN

L'objectif de cette étude est ainsi de **développer une approche de suivi à long terme** permettant de détecter les effets des parcs éoliens offshore posés et flottants ainsi que de leurs raccordements sur les peuplements de poissons. Plus de 200 individus ont déjà été marqués (roussettes, raies, requins, homards...), chacun étant équipé d'une marque émettant un signal acoustique unique capté par des récepteurs. *In fine*, cette étude permettra de **caractériser la fréquentation, l'utilisation de l'habitat et les mouvements individuels de ces individus** par télémétrie acoustique pour identifier les effets des parcs éoliens offshore à différentes échelles spatiales, et ainsi proposer une approche combinée efficace utilisant des méthodes innovantes et complémentaires pour examiner les effets des parcs éoliens offshore et de leurs raccordements sur les peuplements de poissons.



Puffin des Baléares sur le parc éolien en mer de Saint-Brieuc © Ailes Marines - Iberdrola France

MIGRATLANE* : Caractérisation de l'utilisation de l'arc Atlantique Nord-Est par les migrateurs terrestres, les oiseaux marins et les chauves-souris à l'aide de méthodes complémentaires (2022-2027) – OFB, France Energies Marines, Muséum National d'Histoire Naturelle, Biotope, Ecosphère, CEFE-CNRS

Alors qu'il existe à l'heure actuelle un large déficit de connaissances sur l'utilisation de cet espace maritime par les oiseaux et les chauves-souris, résidents comme migrateurs, MIGRATLANE vise à collecter des données pour combler ces lacunes et préciser les principales zones fonctionnelles et les déplacements migratoires des espèces le long du littoral Manche-Atlantique. Pour cela, les chercheurs croisent :

- **Un état des connaissances et des données existantes**, issues notamment de la bibliographie scientifique actuelle
- **Un déploiement de moyens complémentaires de mesures et de suivis** : radars ornithologique et météorologique, télémétrie, acoustique, campagnes en mer et aérienne...
- **Une modélisation combinée des données** par une approche intégrative.

MIGRATLANE apportera ainsi des connaissances inédites sur la faune volante fréquentant l'arc Atlantique Nord-Est : calendriers et axes préférentiels des passages migratoires, estimation des flux d'individus, comportements et attitudes de vol, répartition spatiale, identification des zones alimentaires et de repos...

ECHO* : Pressions acoustiques liées à l'éolien en mer sur les mammifères marins et l'ichtyofaune : une approche intégrée pour l'amélioration des connaissances dans un contexte de changement climatique (2024-2027) – Université de La Rochelle et de nombreux partenaires

Le projet ECHO cherche à étudier les **impacts potentiels du bruit généré par l'éolien en mer sur les poissons et les mammifères marins**. La problématique scientifique au sein d'ECHO est abordée de manière intégrée, d'un point de vue :

- des approches développées : du milieu contrôlé en laboratoire jusqu'aux sites d'essais en mer, avec l'appui de la modélisation numérique ;
- des disciplines concernées : de l'acoustique sous-marine à l'étude comportementale des poissons et mammifères marins ;
- des pressions environnementales ciblées en considérant le bruit sous-marin d'origine anthropique dans le contexte du réchauffement des océans.

DRACCAR-MMERMAID : Suivi de la mégafaune marine par une approche intégrée préfigurant un réseau d'observatoires (2023-2027) – France Energies Marines, avec de nombreux partenaires dont EDF renouvelables, le parc éolien en mer de Fécamp...

DRACCAR-MMERMAID est un projet de recherche doté d'un budget de plus de 6,3 M€ et piloté par France Energies Marines, réunissant 21 partenaires afin d'étudier simultanément les différents compartiments de la mégafaune marine : les mammifères marins, les poissons, les oiseaux, mais aussi les chauves-souris qui peuvent s'aventurer en mer.

Il s'appuie sur le **mât de mesures au large de Fécamp, servant de plateforme de recherche en mer équipée d'une panoplie d'équipements** : sonar, télémétrie acoustique, hydrophones, caméras, microphones, recueil et analyse de l'ADN environnemental...

L'objectif est d'**identifier et quantifier les espèces présentes, de qualifier l'utilisation de l'habitat et de comprendre les liens entre les différents compartiments de l'écosystème**. Il permettra également d'**évaluer les impacts cumulés des activités anthropiques et du changement climatique** sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème aux niveaux local et régional.

Autres études en cours : **MIGRALION*** (Caractérisation de l'utilisation du golfe du Lion par les migrateurs terrestres et l'avifaune marine à l'aide de méthodes complémentaires), **PAMCéClass*** (Création d'une base de données de signaux acoustiques de cétacés des eaux françaises), **EMOI*** (Effets de l'Eolien en Mer sur les écosystèmes marins pélagiques: vers une Observation Intégrée)...



L'éolien dans les aires protégées

Les différentes aires protégées pour la biodiversité et le paysage couvrent une large partie du territoire français. Chacune d'elle traduit un degré différent de protection de l'environnement et de perméabilité aux activités humaines, auquel les énergies renouvelables ne font pas exception.

PARCS NATIONAUX

11 PARCS

57 000 KM² SUR TERRE ET EN MER



La zone cœur (zone de protection) des parcs nationaux (PN) possède un statut de protection réglementaire qui interdit de fait l'installation d'éoliennes dans son périmètre. Au-delà, dans son aire d'adhésion, la possibilité

d'implanter des éoliennes est régie par la charte de chaque parc.

PARCS NATURELS MARINS

8 PARCS

141 000 KM² EN MER



Si l'implantation d'éoliennes en mer au sein d'un Parc Naturel Marin n'est pas interdite, elle est conditionnée à l'avis de l'autorité environnementale, comme le prévoit l'article L. 334-5 du Code de l'Environnement.

ZONES NATURA 2000

1753 SITES

204 000 KM² SUR TERRE ET EN MER



Les zones Natura 2000 peuvent être des Zones de Protection Spéciale (ZPS) pour les oiseaux ou des Zones Spéciales de Conservation (ZSC), pour différentes espèces animales, végétales et leurs habitats.

Les sites Natura 2000 ne visant pas à interdire tout aménagement, le développement de parcs éoliens y est possible, après réalisation d'une étude spécifique.

PARCS NATURELS RÉGIONAUX

59 PARCS

95 000 KM² SUR TERRE ET EN MER



Le développement d'un parc éolien dans un Parc Naturel Régional ou à proximité immédiate est autorisé en tenant compte « des sensibilités écologiques, culturelles, sociales et paysagères de ces territoires d'ex-

ception », les orientations énergétiques du PNR et des impacts sur la qualité du site, avec avis consultatif du parc sur les enjeux paysagers et environnementaux.

RÉSERVES NATURELLES NATIONALES, RÉGIONALES ET DE CORSE

357 SITES

723 000 KM² SUR TERRE ET EN MER



La zone cœur (zone de protection) des parcs nationaux (PN) possède un statut de protection réglementaire qui interdit de fait l'installation d'éoliennes dans son périmètre.

Au-delà, dans son aire d'adhésion, la possibilité d'implanter des éoliennes est régie par la charte de chaque parc.



» Les aires protégées, si elles n'ont pas pour vocation première d'accueillir des projets éoliens, n'y sont pas pour autant toutes hermétiques. Le respect des chartes locales et l'instauration d'un dialogue avec les instances de la zone protégée le plus tôt possible permettent de développer des projets avec une parfaite intégration environnementale et paysagère.

3 QUESTIONS À...



Philippe Moutet, Responsable Energie, Climat, Adaptation, Carbone, et Architecture

Léa Pourchier, Chargée de mission Énergie Biodiversité et Sols



Les bonnes pratiques sont aussi à l'avantage du développeur qui peut ainsi réussir une bonne intégration territoriale.



Quel est le rôle de la Fédération des Parcs Naturels Régionaux pour l'accompagnement des parcs dans leur transition énergétique ?

La Fédération anime le réseau des 59 Parcs naturels régionaux en s'appuyant sur les techniciens et les élus tout en travaillant avec les partenaires locaux et nationaux. Depuis 1999, elle favorise l'engagement des Parcs dans la transition énergétique en privilégiant un engagement en cohérence avec les missions spécifiques de ces aires protégées. Il s'agit notamment de veiller à la préservation des patrimoines (naturels, paysagers, culturels) tout en favorisant un développement économique et social. C'est dans ce cadre, que le réseau des PNR est engagé dans la transition énergétique avec un souci d'efficacité et de sobriété énergétique et un développement des EnR en cohérence avec le projet de territoire.

Quelles sont les bonnes pratiques qu'un porteur de projet EnR doit respecter ?

Ces « bonnes pratiques » sont aussi à l'avantage du développeur qui peut ainsi mieux évaluer la pertinence des projets et réussir une bonne intégration territoriale. Elles sont notamment :

- La prise de contact le plus en amont possible du projet avec le PNR concerné
- La consultation des documents d'orientation et d'évaluation comme la charte de Parc, les orientations paysagères, les analyses biodiversité, le plan de Parc, les notes de positionnement sur les différents types d'EnR
- La concertation dès l'initiale avec les parties prenantes et la participation à l'économie du territoire (prestataires locaux, participation citoyenne, collectivités, etc.)
- Le maintien d'un équilibre sur les terrains agricoles ou naturels pour ne pas impacter les autres transitions et la fonction première de l'agriculture
- Associer les Parcs, véritables ressources du territoire, tout au long de la démarche ERC ainsi que durant la phase de construction et d'exploitation.

Quels sont les objectifs du programme LIFE BIODIV' FRANCE « EnR & biodiversité dans les aires protégées » ?

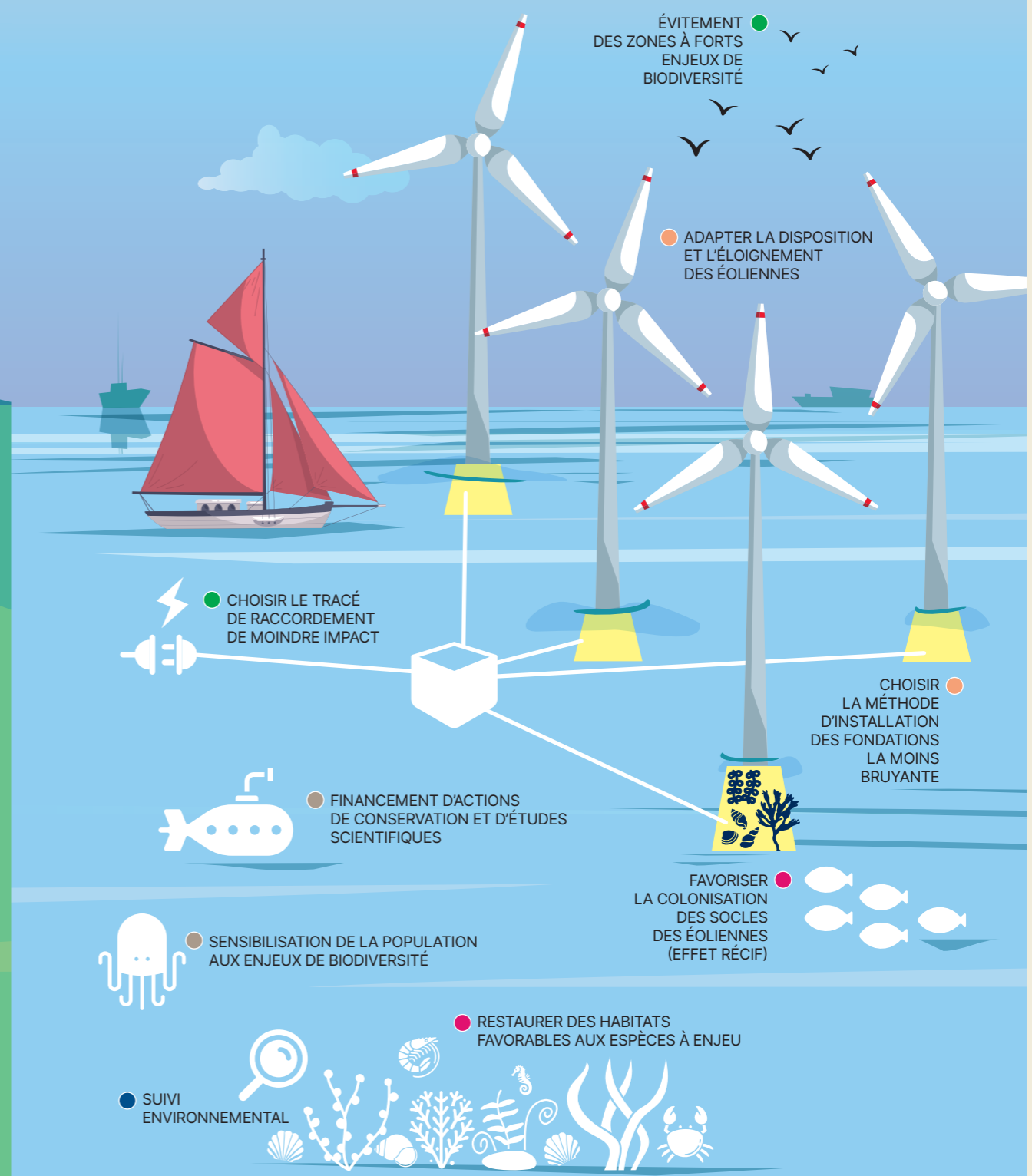
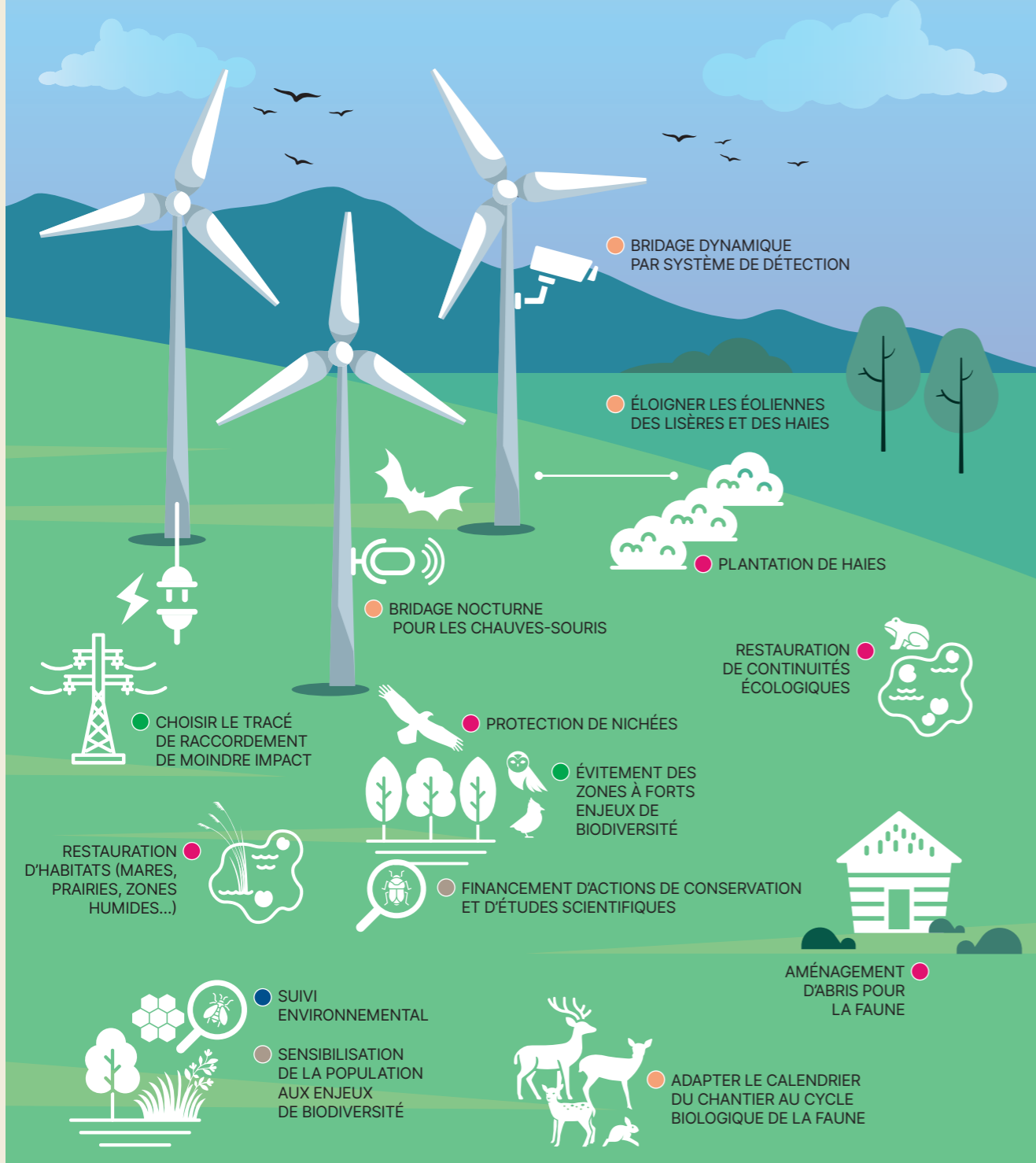
La Fédération des Parcs naturels régionaux, pilote pour une durée de 3 ans, à compter de 2024, un programme LIFE BIODIV' France. Ce programme a pour ambition d'assurer l'intégration des enjeux de biodiversité dans le déploiement des énergies renouvelables au sein des aires protégées et en périphérie des zones de protection forte. Afin d'y répondre, il est prévu la constitution d'une communauté représentant les différentes parties prenantes : aires protégées (PNR, Parcs nationaux, réserves naturelles, Natura 2000, Espaces naturels sensibles...), acteurs de l'énergie (développeurs d'EnR, gestionnaires, distributeurs...) mais également les services de l'état, le monde de la recherche et le monde associatif.

En créant ce lieu de partage, l'objectif est de décloisonner les espaces de manière à identifier, faire émerger et diffuser les bonnes pratiques. Le partage d'informations sera facilité par la création d'un espace collaboratif, des webinaires techniques, des rencontres annuelles et le suivi des sites pilotes. Les bonnes pratiques identifiées permettront de développer des outils d'aide à la décision, qui contribueront à alimenter l'Observatoire des Énergies Renouvelables et de la Biodiversité proposé par l'ADEME et l'OFB.



© Boris de Wolf

La biodiversité au cœur des projets éoliens



La biodiversité au cœur du système électrique renouvelable et pilotable

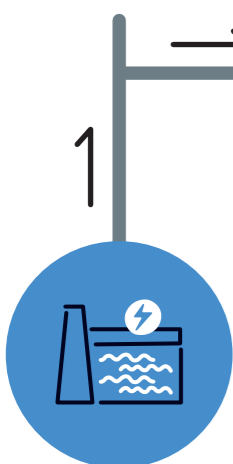
PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



ÉOLIEN EN MER



ÉOLIEN TERRESTRE

SOLAIRE
PHOTOVOLTAÏQUE

BARRAGES HYDROÉLECTRIQUES

Le principal défi des barrages hydroélectriques, quel que soit leur taille, et de **maintenir la continuité écologique**, c'est-à-dire la libre circulation des organismes vivants, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques. Pour cela, les exploitants doivent maintenir en aval des centrales hydroélectriques un « débit minimum », garantissant le développement de la vie et des espèces. Il est également possible de mettre en place des « ouvrages de franchissement » pour les espèces piscicoles sur les barrages, afin que ceux-ci ne soient pas un obstacle aux déplacements de la faune aquatique.

En savoir plus : france-hydro-electricite.fr



FLEXIBILITÉS ET STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ

Il est nécessaire d'adapter le réseau électrique pour y intégrer un très grand volume d'énergies renouvelables. **De nouvelles solutions de stockage et de flexibilité garantissent la sécurité d'approvisionnement et l'équilibre entre la production et la consommation d'électricité en temps réel.**

Le stockage de l'électricité est l'un des enjeux majeurs de la transition énergétique et de la sortie de notre dépendance aux énergies fossiles. Il permet d'ajuster la production et la consommation d'énergie : l'énergie est stockée lorsque sa disponibilité est supérieure aux besoins, et restituée lorsque la situation s'inverse.

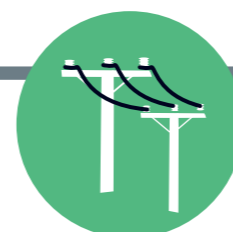
Le développement d'unités de stockage par batteries suit la **même réglementation environnementale** que les autres projets d'aménagement du territoire et offrira de **nouvelles possibilités de financement de mesures en faveur de la biodiversité.**



TRANSPORT ET DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ

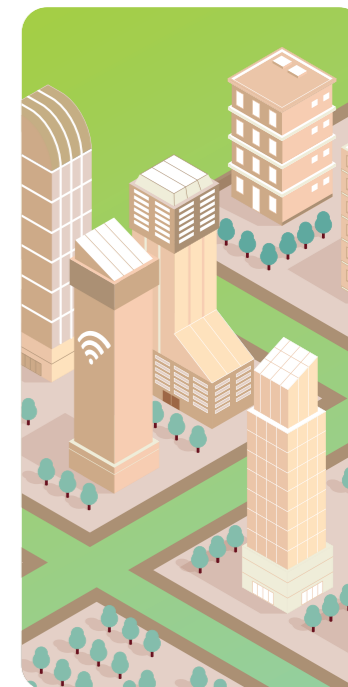
Le réseau électrique français comprend plus de 100 000 km de lignes haute tension. Or, elles peuvent représenter un risque d'obstacle, de collision ou d'électrocution pour certaines espèces d'oiseaux. Depuis plusieurs dizaines d'années, RTE (gestionnaire du réseau de transport d'électricité) **a donc mis en place avec succès de nombreuses mesures en faveur de la protection des oiseaux** (enfouissement de lignes, dispositifs anti-collisions...), grâce notamment à plusieurs partenariats avec des ONG et des scientifiques.

Depuis 2023, le projet européen LIFE SafeLines4Birds, porté notamment par la LPO et RTE, vise à développer les connaissances à travers toute l'Europe pour améliorer la cohabitation entre les lignes électriques et les oiseaux. Par ailleurs, **Enedis**, gestionnaire du réseau de distribution d'électricité (1,3 million de km de lignes dont 700 000 km aériens), est devenu en 2023 une **entreprise à mission**, et a décidé d'inventorier les impacts de ses ouvrages et des activités associées sur les écosystèmes, d'en déduire des plans d'actions appropriés et de mobiliser l'ensemble des salariés, prestataires et fournisseurs sur ces enjeux.



RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS ET ÉLECTRIFICATION DES USAGES

L'électrification des usages et la rénovation énergétique des bâtiments sont une **composante essentielle de la transition énergétique**. Or, de nombreuses espèces d'oiseaux, de chauves-souris et de reptiles sont tributaires du maintien des cavités sur les bâtiments. C'est pourquoi le projet « Rénovation du bâti et biodiversité » de la LPO a pour but de préserver et restaurer l'habitat d'espèces protégées en milieu urbain dans le cadre des opérations de rénovation énergétique et de renouvellement urbain. Pour cela, **des guides recensant les bonnes pratiques destinés aux acteurs du bâtiment seront publiés d'ici 2025**, afin d'enrayer le déclin des espèces inféodées au bâti.



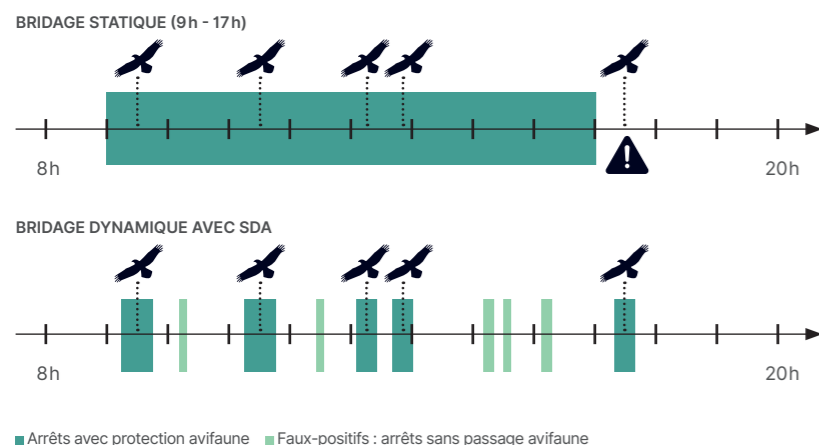
MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

Victimes de très nombreuses *fake news*, **les véhicules électriques sont pourtant indispensables pour l'atteinte de la neutralité carbone**. Sur l'ensemble de leur cycle de vie, leurs émissions de GES sont à 2 à 5 fois inférieures aux véhicules thermiques, et concentrées pour la plupart lors de la construction du véhicule. Ils permettent également une réduction de la pollution sonore. Tout ceci permet **d'atténuer les impacts du changement climatique, dramatique pour la biodiversité.**

Le bridage des éoliennes : une mesure efficace pour protéger la faune volante

Le risque de collision entre les éoliennes et la faune volante (avifaune et chiroptères) ne pourra jamais être strictement nul, mais il est possible de le faire diminuer drastiquement. Une mesure fréquemment mise en place est la réalisation d'un **bridage statique** des éoliennes, c'est-à-dire une mise à l'arrêt des turbines sur une période calendaire et/ou des conditions météorologiques prédéterminées. Bien qu'elle procure une forte protection, elle implique cependant l'arrêt des éoliennes sur de longues périodes, et donc de grandes pertes de production d'énergie.

Représentation simplifiée du fonctionnement des bridages statiques et dynamiques dans une journée-type



Une solution plus prometteuse est le **bridage dynamique**, fonctionnant avec un **système de détection automatisé (SDA)**, qui permet de détecter la faune volante en temps réel et d'arrêter les éoliennes seulement en cas de risque de collision avéré. C'est à ce jour le meilleur compromis entre protection de la biodiversité et production d'électricité éolienne renouvelable.

D'autres types de bridage peuvent être mis en place selon les enjeux locaux et les souhaits des services des DREAL. Par exemple, le **bridage agricole** repose sur le constat d'une fréquentation importante des terrains agricoles

par les rapaces dans les heures/jours suivant la réalisation de travaux agricoles (fauche, labour...). Néanmoins, sa mise en œuvre présente des difficultés opérationnelles car elle dépend de la coopération des agriculteurs qui doivent signaler chaque période de travaux auprès de l'opérateur éolien. Par ailleurs, les espèces cibles de ce bridage étant généralement les mêmes que celles des systèmes de détection, le bridage agricole peut être remplacé par cette technologie.

Le **bridage avec des sentinelles humaines (ou biomonitoring)** est la mesure la moins opérationnelle, nécessitant la présence sur le terrain d'un ou plusieurs ornithologues. Elle ne peut être maintenue que pendant une période limitée (période de migration ou de prise d'envol de jeunes rapaces par exemple). Entraînant des conditions de travail difficiles particulièrement dépendantes de la météo, ce type de bridage ne peut pas être généralisé.

Chaque solution de bridage a ses avantages et ses inconvénients, et doit être réfléchi en fonction des enjeux propres au site d'implantation du parc éolien. Le développement et l'amélioration du bridage dynamique par SDA fait l'objet d'une préoccupation particulière, permettant de diminuer très fortement les risques de collision tout en limitant la perte de production électrique.

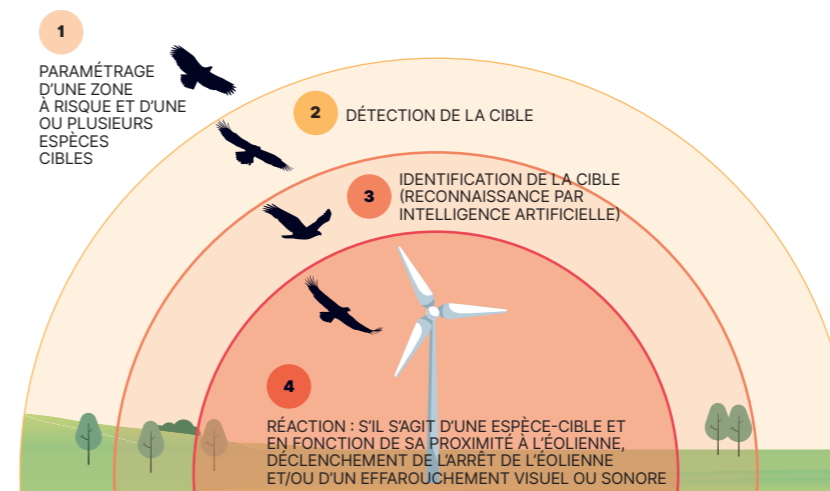


Le Milan royal, une espèce cible courante pour le bridage dynamique - © Mathieu Aubry

Le bridage dynamique grâce aux Systèmes de Détection Automatisés (SDA)

L'innovation technologique que représentent les systèmes de détection de l'avifaune (SDA) apporte un double avantage : **assurer une meilleure protection des espèces par une surveillance continue du risque de collision, et réduire les pertes de production d'énergie renouvelable par des arrêts corrélés à la présence réelle des espèces à enjeu.**

Le fonctionnement des SDA varie légèrement selon le type de système. On distingue les SDA caméra 2D (une caméra grand angle par angle de vue, sans notion de profondeur) et caméra 3D (fonctionnant par paires de deux caméras, permettant d'estimer plus finement la distance de l'oiseau). Tous suivent le même déroulement :



Actuellement, l'évaluation des SDA en place sur les parcs éoliens est réalisée par divers protocoles mêlant tests par drones et biomonitoring qui satisfont les inspecteurs ICPE.

Ces systèmes sont de plus en plus déployés, tant dès la mise en service du parc éolien qu'en cours d'exploitation. **On estime aujourd'hui qu'environ 150 parcs éoliens français sont ou seront prochainement équipés de SDA, couvrant environ 15% de la puissance installée nationale,** un

nombre croissant d'année en année. Cela permet à la filière de disposer d'un solide retour d'expérience pour s'assurer du **bon fonctionnement de ces systèmes comme mesure de réduction**, tant pour leurs performances que leur efficacité.

— QUAND INSTALLER UN SDA ?

L'installation d'un SDA doit être raisonnée au cas par cas, en cohérence avec les enjeux avifaunistiques du site et en s'assurant de son intérêt économique. **On s'intéresse en particulier à 3 critères :**



LES ESPÈCES FRÉQUENTANT LE SITE : les SDA sont pertinents pour les espèces dont la taille (longueur et/ou envergure) est suffisamment importante pour que l'oiseau soit détecté à bonne distance, notamment les grands rapaces (vautours, aigles, milans...) et les grands échassiers (grues, cigognes...)



LA FRÉQUENCE DE PASSAGES DES OISEAUX DANS ET À PROXIMITÉ DU PARC ÉOLIEN, au cours de la journée et de l'année (nidification, migration...)



LA RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE DE L'INSTALLATION, mesurée à travers le rapport entre le coût de l'installation et de la maintenance des SDA, et le bénéfice tiré d'arrêts plus courts qu'avec un bridage statique



Émilie Douté
Directrice Environnement

BORALEX

Investir dans les systèmes de détection automatisés est une approche vertueuse, tant pour la protection de la biodiversité que pour la production d'électricité.

◉ Pourquoi avez-vous décidé d'installer des SDA sur vos parcs éoliens ?

Boralex a décidé d'installer des SDA sur ses parcs éoliens afin de trouver une solution efficace face aux défis de la protection de la biodiversité et du développement éolien, notamment pour des espèces protégées sensibles comme les grands rapaces (dont le Milan royal). Ce choix nous a semblé indispensable face à des mesures de bridage très contraignantes pour les opérateurs éoliens en cas de mortalité ou de risque avéré. Dès 2016, Boralex a testé les premières générations de SDA. À partir de 2020, poussés par nos valeurs d'innovation et l'évolution technologique du marché, nous avons accéléré la démarche en testant plusieurs systèmes de technologies différentes (à base de caméras 2D/3D ou radars). En 2024, 6 parcs Boralex sont équipés de SDA, soit 40 éoliennes. Boralex est fière d'avoir été pionnière en France dans l'installation des systèmes Identiflight® et Biosec®. Elle a réussi à obtenir la reconnaissance administrative de l'efficacité de ces systèmes grâce à un protocole d'évaluation rigoureux mené par des bureaux d'étude indépendants.

◉ Quels ont été les défis à relever lors de l'installation et de l'exploitation des SDA ?

L'acceptation de ces solutions innovantes par les autorités administratives n'a pas été automatique, car il n'existait pas encore de cadre réglementaire et normatif au niveau national. Boralex a alors pris l'initiative de démontrer volontairement l'efficacité de ces nouvelles solutions pour la protection des espèces. La région Grand-Est a joué un rôle clé dans cette démarche, collaborant activement à la construction du protocole d'évaluation post-implantation et à la définition d'objectifs de performance (disponibilité du système, distance minimale de détection, fiabilité de la détection...). Le défi a été de définir des niveaux de performance réalistes et proportionnés aux enjeux identifiés, en termes de capacité de détection et d'espèces cibles à protéger. Tout ce travail terrain d'évaluation a permis de construire un cadre de bonnes pratiques déployées plus largement aujourd'hui lors du déploiement de SDA. Sur le plan technique, Boralex a dû mettre en place une équipe projet multidisciplinaire afin d'assurer

l'intégration de ces systèmes au niveau de nos parcs éoliens (alimentation électrique, communication, connectivité informatique... parfois même foncier pour le raccordement des systèmes lorsqu'ils sont déportés). Cette intégration a également impliqué la collaboration avec les fournisseurs de systèmes et les fabricants de turbines.

Les défis actuels des SDA consistent à assurer la surveillance continue et la maintenance de ces systèmes, ainsi qu'à mettre en place des protocoles de secours efficaces en cas de pannes impactant leur performance attendue. Les opérateurs éoliens doivent désormais relever ces défis afin de garantir le respect des arrêtés préfectoraux mais également de démontrer de notre capacité technique à garantir l'efficacité dans le temps de ces nouveaux systèmes.

◉ Désormais, quel regard avez-vous sur les SDA en termes d'efficacité et de production électrique ?

Les SDA présentent un double avantage : d'une part apporter une meilleure protection des espèces par une surveillance continue du risque de collision, et d'autre part optimiser les pertes de production d'énergie renouvelable par des arrêts corrélés à la présence réelle des espèces à protéger.

Pour Boralex, investir dans les systèmes de détection automatisés est une approche vertueuse, tant pour la protection de la biodiversité que pour la production d'énergie décarbonée et durable, et s'inscrit totalement dans notre démarche de Responsabilité Sociétale d'Entreprise.

Plus largement, les acteurs de l'éolien, appuyés par France renouvelables, ont pu démontrer que les SDA présentent des performances suffisantes pour réduire de manière significative le risque de collision sur les espèces d'une certaine taille, en particulier les grands rapaces, leur donnant ainsi une place pertinente au cœur de la stratégie de protection des espèces sur les parcs éoliens. Nulle doute également que l'évolution technologique de ces solutions permettra encore d'augmenter les performances actuelles, laissant entrevoir des perspectives futures encore prometteuses. Par ailleurs, en optimisant les pertes de productible, cela contribue à la transition énergétique du territoire et donc aux objectifs de neutralité carbone d'ici 2050 en France.



Rémi Saintier
Adjoint à la cheffe de pôle espèces
et expertise naturaliste, DREAL Grand-Est



Le SDA peut améliorer la rentabilité de certains parcs éoliens, et surtout permettre le développement dans certaines zones à enjeu.

◉ Quel est le rôle de vos services dans les projets d'énergie renouvelables ?

Mon service est chargé des politiques en faveur de la biodiversité et des paysages. Nous avons un rôle d'expertise auprès des services instructeurs pour les aider à appréhender la prise en compte de ces enjeux dans les projets qui leur sont soumis. Nous participons aux échanges en phase amont avec les porteurs de projets, nous émettons des avis techniques sur les dossiers d'autorisation et nous contribuons au suivi des installations en phase d'exploitation. Nous nous efforçons également de capitaliser sur les retours d'expérience, notamment en matière de mesures d'évitement et de réduction. Lorsqu'elles s'avèrent insuffisantes et qu'il subsiste un risque caractérisé d'impact sur les espèces protégées, nous instruisons les demandes de dérogation à la réglementation.

◉ Comment accompagnez-vous les porteurs de projets éoliens pour l'installation de SDA ?

Notre rôle est d'aider les développeurs à transposer les bonnes pratiques dans le cadre de leur projet. La première étape est de déterminer le résultat attendu du SDA en fonction des enjeux identifiés, en termes de capacité de détection et d'espèces cibles. Cela se traduit en objectifs de performance : disponibilité du système, distance minimale de détection, fiabilité de la détection, etc. Le porteur de projet doit alors sélectionner un système capable d'atteindre ces objectifs, en tenant compte des particularités du site. La difficulté est que l'autorisation d'un parc éolien est souvent délivrée plusieurs années avant sa mise en service, il n'est donc pas pertinent d'arrêter le choix d'un SDA en particulier à ce stade. C'est pourquoi nous cherchons à définir précisément, dans le cadre de l'autorisation, les attentes minimales en termes de performance, ainsi qu'un processus de validation post-implantation permettant de vérifier les performances réelles du système. Cela fait l'objet d'un dialogue avec le développeur et son bureau d'études pour s'assurer que les résultats obtenus seront suffisamment fiables pour garantir l'effectivité de la réduction d'impact.

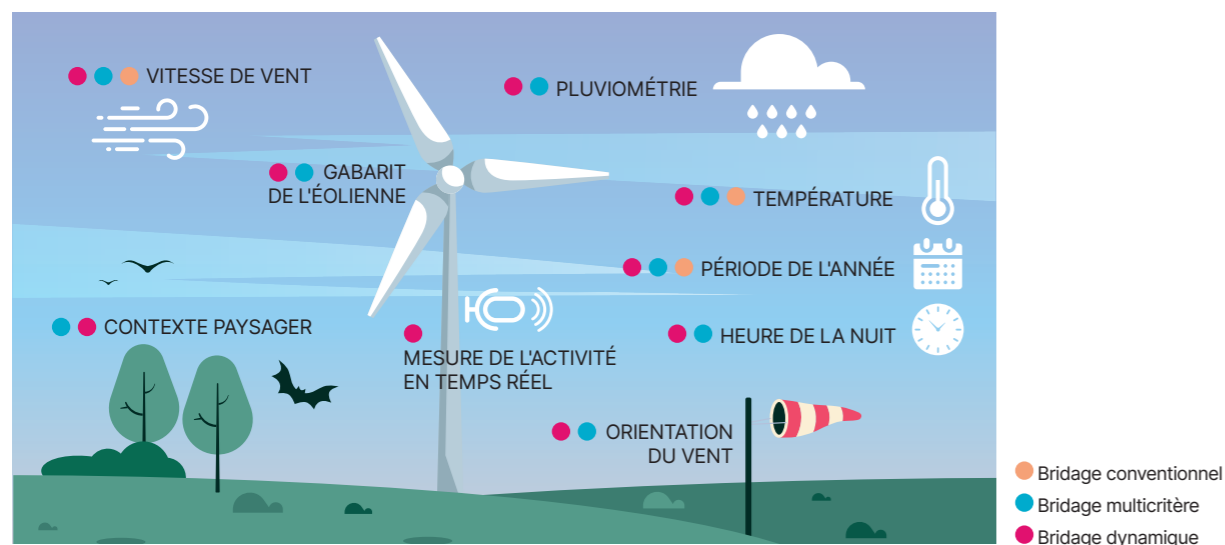
◉ Quels sont, selon vous, les principales opportunités offertes par le développement croissant des SDA ?

Face au risque de collision, des mesures de réduction du risque doivent donc être mises en œuvre sur quasiment tous les parcs éoliens, avec une exigence d'effectivité plus ou moins grande selon les cas. À ce jour, la mise à l'arrêt des éoliennes reste la seule méthode éprouvée pour réellement atténuer le risque. Mais les études préalables ne permettent pas toujours d'identifier précisément les facteurs de risques, ce qui conduit à des mesures de bridage qui peuvent rapidement devenir très contraignantes d'un point de vue économique. La promesse du SDA est de surmonter cette difficulté : il n'est plus nécessaire de prévoir le risque puisque le système est capable de le mesurer en temps réel et d'adapter le fonctionnement des éoliennes. Le SDA peut donc améliorer la rentabilité de certains parcs éoliens, et surtout permettre le développement d'autres dans des zones où la prise en compte « traditionnelle » des enjeux avifaunistiques n'est pas viable économiquement. Cependant, ces systèmes ont aussi leurs limites : les retours d'expérience montrent que la capacité de détection, si elle peut être très bonne, n'est jamais parfaite. Le système permet une réduction du risque, mais pas sa suppression. En outre, les systèmes actuels ne sont réellement fiables que pour des espèces d'une certaine taille. La disponibilité du système peut aussi s'avérer problématique et la détection des pannes est un enjeu majeur. C'est pourquoi on ne peut pas totalement s'affranchir d'une évaluation du risque de collision lors de l'étude d'impact. On sait de longue date que dans certaines zones, ce risque est particulièrement élevé du fait de la proximité de sites de nidification ou de repos d'espèces sensibles, de zones de chasses très fréquentées, de couloirs de déplacement ou de migration, etc. Dans ces zones, le risque résiduel, même après mise en œuvre d'un SDA, sera trop important pour les populations locales. C'est aussi notre rôle d'indiquer aux différents acteurs que les projets dans ces zones ont peu de chance d'aboutir, même avec un SDA.

Le bridage pour les chiroptères : une mesure qui a fait ses preuves

Le bridage des éoliennes pour protéger les chiroptères (chauves-souris) est une mesure de réduction, complémentaire de l'évitement des zones à forts enjeux, qui consiste à limiter ou à arrêter le fonctionnement des éoliennes dans certaines conditions pour réduire les risques de mortalité chez ces animaux. Elles peuvent en effet représenter un danger pour ces espèces lors de leurs déplacements nocturnes, risquant d'être heurtées par les pales ou de subir des barotraumatismes (lésions causées par des différences de pression générées par le mouvement des pales).

Les chauves-souris sont le plus souvent actives par vents faibles, lors des nuits tempérées et chaudes, du printemps à l'automne. C'est alors dans ces conditions que les bridages sont les plus pertinents. Aujourd'hui, plusieurs stratégies de bridage existent, reposant sur la prise en compte combinée de plusieurs paramètres :



Les résultats du programme OPRECh (Optimisation des Processus de Régulation des Eoliennes en faveur des Chiroptères, voir ci-contre) permettent de dresser un panorama complet de la mesure de bridage pour les chiroptères en France :

- Il s'agit aujourd'hui d'une **mesure largement déployée** : trois quarts des nouveaux projets éoliens proposent dans leur étude d'impact environnementale un plan de régulation ;
- Dans le cas d'un bridage conventionnel (le plus répandu), l'arrêt des éoliennes est généralement déclenché lorsque la vitesse de vent est inférieure à 6 m/s et les températures supérieures à 10 ou 12°C, du milieu du printemps au milieu de l'automne ;
- **La mesure est globalement très efficace pour réduire la mortalité**, de 30 à 100%, malgré un manque d'harmonisation des pratiques et des suivis de l'activité et de la mortalité, offrant des marges de progression importantes.

» Par ailleurs, bien que peu répandus, les bridages multicritères et dynamiques devraient offrir un compromis encore plus optimisé entre la protection des chauves-souris et la production d'électricité. La recherche se penche aujourd'hui tant sur les facteurs comportementaux de réaction des chiroptères aux éoliennes (attraction et répulsion) que sur l'importance des critères environnementaux afin d'affiner encore davantage les bridages.

3 QUESTIONS À...



Yannick Beucher
gérant du bureau d'études EXEN,
co-auteur du programme OPRECh



OPRECh a montré que la mesure de bridage pour les chauves-souris était efficace.



Qu'est-ce que le programme OPRECh ?

OPRECh est un programme de recherche ciblé sur la mesure de régulation des éoliennes pour réduire les mortalités de chiroptères. Cette mesure n'avait jamais fait l'objet de bilan national, ni sur ses pratiques, ni sur son efficacité. OPRECh est donc né de la volonté de dresser ce premier bilan de la situation en France, évaluer le taux de parcs régulés et comprendre son évolution dans le temps dans les régions. Il s'agissait aussi de dresser une analyse des pratiques utilisées, des niveaux d'efficacité, et des contraintes et leviers envisageables pour optimiser la mesure.

Ce programme, porté par EXEN, le CEFÉ CNRS et Total Energies, s'est décomposé en trois axes de travail ;

1. Un volet bibliographique (revue des suivis environnementaux, études d'impact, arrêtés préfectoraux, interviews...) pour caractériser les méthodes et pratiques de la régulation pour l'ensemble de ses étapes et processus ;
2. Un volet expérimental, à l'aide d'un protocole de test « optimal » sur un site pilote, pour tester et comparer l'efficacité de plusieurs modes et modalités de régulation et modéliser les capacités de prédiction du risque de mortalité.
3. Un volet de synthèse des résultats sous forme de recommandations.

Quels sont les principaux résultats du programme OPRECh ?

Le premier, c'est le constat d'un niveau de déploiement de la mesure pour moins de la moitié des parcs éoliens français en 2020 mais qui tend à se systématiser avec le temps. L'évolution des pratiques est positive notamment pour les phases de recueils de données nécessaires au dimensionnement et au contrôle de la mesure. OPRECh a aussi montré que la mesure était efficace avec une réduction des mortalités de l'ordre de 57% en moyenne, même si cette efficacité reste hétérogène selon les sites et modalités. L'approche expérimentale a confirmé ces résultats d'efficacité, convergents aussi avec ceux de la littérature internationale.

Pour les aspects négatifs, le volet expérimental a mis en évidence des limites de prévision du risque et donc

des perspectives de standardisation d'un algorithme de régulation exploitable à large échelle. OPRECh alerte aussi sur des problèmes courants de mauvaise mise en œuvre effective de la mesure, sous-évalués dans les études. Enfin, il souligne des difficultés récurrentes de traitement et d'interprétation des résultats dans les rapports, et particulièrement sur les seuils d'impacts justifiant ou non l'optimisation des mesures.

Comment les données récupérées par le programme OPRECh influencent-elles les décisions concernant les politiques de bridage et les pratiques de gestion des parcs éoliens ?

Le rapport liste une multitude de recommandations techniques pour chaque étape de la mesure (recueil de données, prise de décision, dimensionnement, mise en œuvre, contrôle, optimisation...). Elles s'adressent à l'ensemble des acteurs (exploitants, porteurs de projets, bureaux d'étude, DREAL, inspecteurs ICPE...).

Mais au-delà des recommandations, OPRECh c'est aussi l'occasion ;

- de définir un vocabulaire commun,
- de rappeler trois grands principes essentiels à respecter :
 - transparence et argumentation scientifique
 - proportionnalité et compromis entre protection des chiroptères et production d'énergie
 - humilité vers la progression des connaissances et la qualité des études
- de mettre à disposition un référentiel des pratiques nationales pour aider chacun à se positionner.

OPRECh permet enfin un premier bilan concret et une base d'échanges pour une mesure restée trop longtemps conceptuelle, faute de partage d'expérience. Depuis que l'étude est publiée, certains sujets phares ont déjà été repris à différentes échelles (par exemple : suivi ultrasonore en pied de machine en forêt, patterns de régulation préventifs, veille sur les problèmes de mise en œuvre de la mesure, réflexion sur les méthodes d'évaluation des seuils d'impacts...). Nous en sommes ravis.

Le repowering : l'opportunité du moins et mieux

Le repowering consiste à remplacer les éoliennes en fin de vie, après une vingtaine d'années, par de nouveaux modèles, généralement plus hauts et plus puissants. À la différence du revamping, qui permet le remplacement de certains composants (génératrices, pales...), le repowering désigne la mise à neuf complète de l'installation (pales, nacelles et mâts). Il est encadré par l'instruction ministérielle du 11 juillet 2018, qui établit des critères pour évaluer le type d'autorisation nécessaires en fonction des modifications apportées.

Le renouvellement d'un parc éolien est une opportunité pour toutes les parties prenantes :

POUR LES PROPRIÉTAIRES FONCIERS ET EXPLOITANTS AGRICOLES

- Il assure une prolongation des baux fonciers et donc une revalorisation des indemnités
- Le maintien des revenus issus de la présence du parc éolien participe à la pérennité de l'exploitation agricole

POUR LES COLLECTIVITÉS

- Il assure une augmentation des retombées fiscales, liées directement à la capacité installée

POUR LES PARTICULIERS ET L'ADMINISTRATION

- Il permet de contribuer plus rapidement aux objectifs de production d'énergie renouvelable fixés par la PPE
- Il permet de réaliser de nouvelles installations en s'appuyant sur le retour d'expérience de nombreuses années d'exploitation
- Il permet de mettre à jour les installations pour garantir leur conformité aux dernières normes

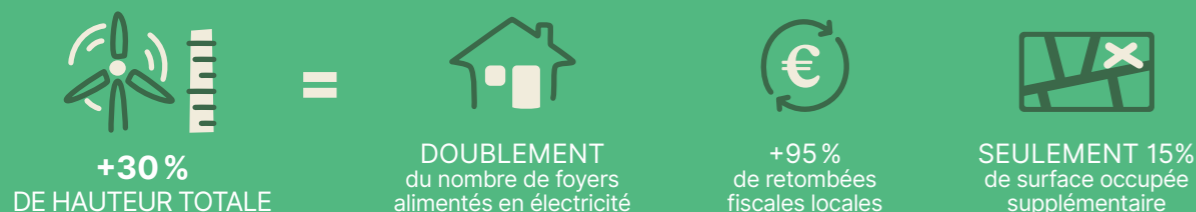
POUR LES PROPRIÉTAIRES DES PARCS ÉOLIENS

- Il permet de réduire les coûts de maintenance et d'opération tout en augmentant la disponibilité des éoliennes
- Il permet un renouvellement des infrastructures par des technologies plus récentes et plus performantes

POUR LA BIODIVERSITÉ

- Il permet de redimensionner les mesures environnementales en bénéficiant des dernières innovations (bridage pour les chiroptères, SDA...)
- Il offre la possibilité de repenser l'intégration du parc éolien dans son environnement, qui a potentiellement évolué depuis la première implantation
- Il permet une utilisation plus pertinente des sols et est moins consommateur d'espaces grâce à une forte augmentation de la production électrique à surface quasi-équivalente

Estimation sur la base d'éoliennes de 150m bout de pale de capacité unitaire de 2MW (caractéristiques standard des éoliennes en âge d'être renouvelées) :



» Le repowering permet d'accroître la production électrique, en s'appuyant sur une appropriation territoriale pré-existante et en augmentant les retombées locales avec un impact minime, voire positif, sur l'environnement. Dans certains cas, il est même possible de diminuer le nombre d'éoliennes tout en produisant davantage : c'est ce qu'on appelle le « moins et mieux ». Alors que le potentiel d'éoliennes pouvant être renouvelées croît chaque année, le repowering prendra une part essentielle dans l'atteinte de nos objectifs de développement éolien, au bénéfice des territoires et de l'environnement.

Pour en savoir plus : Guide du repowering, Edition 2023, par QENERGY

3 QUESTIONS À...



Laurie Gilbert
Directrice adjointe
Repowering et Partenariats

QENERGY



**Mesures ERC, amélioration technologiques...
Les intérêts d'un repowering pour la protection
de la biodiversité sont multiples.**



Qu'est-ce que le repowering et quel potentiel représente-t-il ?

On entend par « repowering » le renouvellement des infrastructures composant un parc éolien, l'ampleur de l'opération variant selon le projet. En effet, selon les caractéristiques du projet de renouvellement les infrastructures électriques existantes (câbles, poste de livraison...), les fondations, les plateformes et les accès peuvent être conservés à l'identique. Dans ce cas, seules les éoliennes sont remplacées. Pour autant, dans la majorité des situations, un renouvellement induit une augmentation de la hauteur totale et de fait une augmentation des dimensions des pales. Une modification de l'implantation est alors nécessaire conduisant à un remplacement de l'intégralité des installations listées précédemment.

Les délais de renouvellement étant relativement importants (5-6 ans entre l'initiation des réflexions et la mise en service du projet renouvelé), la filière estime qu'il est pertinent d'étudier la pertinence et la faisabilité d'un renouvellement dès la 15^e année d'exploitation du parc. En 2024, ce sont ainsi 6 GW qui pourraient prétendre à une opération de renouvellement. Ce volume atteindra 10 GW en 2030.

Comment le repowering des parcs éoliens existants peut-il améliorer la protection de la biodiversité par rapport aux installations initiales ?

Les intérêts d'un renouvellement sur la protection de la biodiversité sont multiples. Les suivis de mortalité réalisés pendant l'exploitation du parc en opération permettent au développeur en charge du renouvellement d'avoir une connaissance plus fine des enjeux locaux de biodiversité et d'adapter les mesures ERC (Éviter, Réduire et Compenser) mises en place. Ces dernières sont ainsi les plus pertinentes et les plus efficaces possible améliorant de fait la protection de la biodiversité. Un renouvellement permet également à un parc éolien de bénéficier d'améliorations technologiques. Il est ainsi possible d'implémenter des bridages chiroptères et avifaunes

plus précis et donc plus adaptés au contexte local. En parallèle, ces éoliennes nouvelles générations peuvent être équipées de systèmes de mitigations tels que des systèmes de détection avifaune (SDA), réduisant encore plus l'impact sur la biodiversité.

Comment est évaluée l'efficacité du repowering des éoliennes en termes de réduction des impacts environnementaux et d'amélioration de la cohabitation avec la biodiversité ?

L'évaluation de cette réduction se fait par comparaison des suivis de mortalité de longs termes réalisés avant et après le renouvellement du parc. Ces différents suivis étant réalisés conformément au protocole avifaune de 2018, leurs conclusions peuvent facilement être comparées et ainsi démontrer des intérêts écologiques du renouvellement.



Repowering du parc éolien de Souleilla (QENERGY) - © Absoludrones


FOCUS
SUR
...

Le renouvellement du parc éolien de Marsanne (26)

REDÉVELOPPÉ PAR
Qenergy

UN REPOWERING EXEMPLAIRE AU SERVICE DE LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE



 **6 éoliennes** IDENTIQUE

 PUISSANCE
INSTALLÉE
25 MW + 110%

 HAUTEUR
TOTALE
150 M + 40%

 **85 GWh/an**
PRODUITS + 40%

 MISE EN SERVICE
2026

— CONTEXTE

Le parc éolien d'origine a été mis en service en 2008. Il se composait de 6 éoliennes d'une hauteur de 107 m en bout de pale et d'une puissance unitaire de 2 MW. Lancé à partir de 2020, le **projet de renouvellement du parc a été très soutenu par les acteurs locaux** : ateliers de concertation, réunions d'information, campagne de financement participatif à laquelle même la commune a souscrit, rencontres avec les maires et conseillers des communes voisines, visites du parc avec des scolaires... Des moyens qui ont permis au parc éolien de devenir un véritable acteur local.



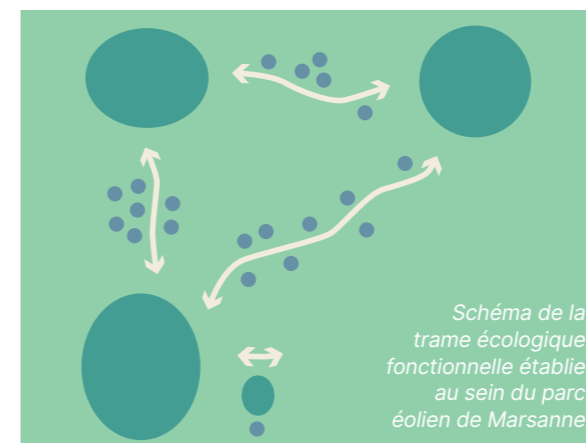
Du fait de sa proximité avec des contraintes radars et aéronautiques, 3 des 6 éoliennes ont dû être déplacées de plusieurs dizaines de mètres pour créer une seconde ligne d'éoliennes. Par ailleurs, le contexte forestier autour du parc éolien de Marsanne a motivé la **mise en œuvre d'une mesure sylvico-environnementale** pour parfaire son intégration au sein de la séquence ERC fournie, en parfaite concordance avec l'Office National des Forêts.

— ACTIONS

La mesure sylvico-environnementale consiste à **sélectionner et maintenir en vie 30 arbres biologiques favorables à l'expression de la biodiversité** au sein du massif forestier de Marsanne, en complément de la mise en place d'un îlot de sénescence d'une superficie de 1,5 ha. Selon l'ONF, cette mesure nommée « Diversité + » paraît la plus appropriée au vu de la situation locale.

En effet, la forêt communale de Marsanne ne compte actuellement aucun arbre biologique intégré au plan d'aménagement. De plus, de nombreux boisements ne sont pas exploités en raison du relief escarpé du terrain, ce qui permet la présence naturelle de plusieurs îlots de sénescence.

Ainsi, cette mesure contribuera à l'installation d'une **trame de vieux bois** au sein de la forêt de Marsanne, renforçant la biodiversité et les dynamiques naturelles.



Un **îlot de sénescence** est une petite surface de peuplement forestier laissée de manière définitive en évolution libre, sans intervention et jusqu'à son terme (effondrement des arbres), favorisant les espèces et habitats liés au bois mort.

— RÉSULTATS

Ces 30 arbres favorables à la biodiversité ont vocation à subsister sur pied jusqu'à effondrement, y compris lors de la coupe définitive de la parcelle les accueillant. Sur cette surface, d'autres mesures spécifiques seront mises en œuvre pour favoriser la biodiversité, telles que la limitation des périodes d'exploitation et de travaux et l'interdiction de l'utilisation de produits phytosanitaires. Ces dispositions supplémentaires permettront **d'accroître l'attractivité du site pour les oiseaux cavernicoles et les chiroptères, tout en renforçant une trame écologique fonctionnelle.**

Grâce au repowering, le parc éolien de Marsanne produira davantage d'électricité, tout en renforçant ses actions en faveur de la préservation de la biodiversité.

— AUTRES MESURES MISES EN PLACE



SÉLECTION DES ACCÈS INTRA-SITE en concertation avec l'ONF et le service forêt de la DDT, pour éviter les arbres à cavités favorables aux chauves-souris



INSTALLATION DE NICHAIRES à chauves-souris



BRIDAGE DES ÉOLIENNES pour diminuer l'impact sur le Roitelet à triple bandeau en migration automnale



REPLANTATION DES PLATEFORMES NON RÉUTILISÉES avec des essences adaptées au dérèglement climatique

FOCUS
SUR
...

Le suivi de l'Outarde canepetière sur le parc éolien de Saint-Pierre-de-Juillers (17)



L'ÉOLIEN AU CHEVET D'UNE ESPÈCE GRAVEMENT MENACÉE

— CONTEXTE

Le parc éolien de Saint-Pierre-de-Juillers est implanté dans un secteur à forte dominance agricole, les cinq éoliennes et leurs plateformes se situent dans des parcelles cultivées.

Des enjeux écologiques majeurs sont identifiés pour l'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*), espèce typique des plaines cultivées du centre de l'ouest de la France en danger critique d'extinction.



5 éoliennes



PUISSANCE INSTALLÉE
10,25 MW



MISE EN SERVICE
Août 2017

— PROTOCOLE DE SUIVI DE L'OUTARDE CANEPETIÈRE

L'objectif de ce suivi spécifique est le **recensement de l'espèce** au travers de différents paramètres (présence de mâles chanteurs, localisation et dénombrement des individus, etc.). Au minimum 11 sorties sont réalisées en 4 phases dans une aire d'étude de 2 km autour du parc éolien :

- PHASE DE REPÉRAGE : 1 ou 2 sorties en mars-avril pour inventorier les habitats et les classer selon leur potentialité pour l'Outarde ;
- PHASE DE DÉTECTION : 1 ou 2 sorties en avril-mai pour inventorier les mâles chanteurs sur les points d'écoute ;
- PHASE DE SUIVI : 7 sorties entre mai et juillet pour suivre la phase de reproduction et déterminer l'utilisation du site par les individus en suivant les différents points d'écoute ;
- PHASE DE RASSEMBLEMENTS POST-NUPTIAUX : 2 sorties entre septembre et octobre par recherche dans les parcelles favorables.

Ce protocole a été défini en 2018 en concertation avec la DREAL Nouvelle-Aquitaine, et a été **réalisé 4 fois depuis la mise en service du parc éolien** (2018, 2019, 2020 et 2023).

QUI ES-TU, OUTARDE CANEPETIÈRE ?

L'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*) est un oiseau emblématique des plaines cultivées, notamment du centre et de l'ouest de la France. Depuis la fin du XIX^e siècle, l'espèce a disparu de plusieurs pays d'Europe occidentale et du Maghreb. En France, sa population a chuté de près de 80 % entre 1980 et 2000. Ces baisses sont dues principalement à la dégradation des habitats et à la régression des milieux enherbés. Volant proche du sol, elle est très peu susceptible d'entrer en collision avec les éoliennes.

Les populations restantes se concentrent dans le nord de la Vienne et des Deux-Sèvres, bien que ces noyaux tendent à perdre leurs individus périphériques. L'espèce privilégie les plaines à végétation herbacée et les cultures telles que la luzerne et les jachères, nécessitant des parcelles agricoles variées pour répondre aux besoins spécifiques des mâles et des femelles.



— RÉSULTATS

Lors du premier suivi, en 2018, **au moins 3 mâles ont été observés** pour 1000 ha prospectés autour des éoliennes. Durant chacune des 3 années de suivi suivantes, ce sont **au moins 7 mâles chanteurs** qui y ont été observés.

» Le lek (site de parade nuptiale des outardes) localisé sur le site du parc éolien de Saint-Pierre-de-Juillers apparaît conséquent au regard des densités de population observées en Poitou-Charentes ou dans certaines ZPS (sites du réseau Natura 2000). Dans celle de la plaine de Néré à Bresdon par exemple, située à 2 km de l'aire d'étude, on enregistre une densité moyenne de 1,9 oiseaux pour 1000 ha.

Durant les 4 années de suivi, au moins 2 femelles différentes ont été observées en période de reproduction, démontrant une **reproduction probable de l'espèce sur le site**. En 2018 et 2019, des postes de chants ont même été observés à moins de 300 m d'une éolienne.

Durant les 4 années de suivis, certaines observations d'Outarde canepetière ont été effectuées sur les mêmes parcelles. Cette utilisation d'une année sur l'autre peut être due au **maintien d'un assolement favorable** depuis 2017 et à une habitude de l'espèce à utiliser ces parcelles.

Toutes les données récoltées dans le cadre des suivis sont transmises à l'administration et versées sur le portail DEPOBIO, permettant de **participer concrètement à l'amélioration de la connaissance scientifique** de cette espèce menacée.

Les résultats de ces 4 années de suivi, permettant de couvrir les 6 premières années d'exploitation du parc éolien, ont montré un **maintien voire un développement de la population d'outardes présente sur le territoire autour du parc éolien** avec notamment des postes de chant à quelques centaines de mètres des éoliennes et des femelles avec jeunes observées. **Aucun comportement d'effarouchement** avec les éoliennes n'a été constaté, mise à part des évitements de celles-ci en phase de vol. Des parcelles favorables aux mâles et aux femelles sont toujours observées sur ce territoire dans des proportions comprises entre 10 et 20 %, ce qui permet d'expliquer en grande partie le maintien d'une population importante d'outardes sur ce site.

Après plusieurs années d'études, le parc éolien ne semble donc pas avoir d'impact négatif sur la population locale d'Outarde canepetière.



Les mâles chanteurs sont indicateurs de la population reproductrice, plus faciles à détecter grâce à leurs chants, et signalent la qualité de l'habitat. Cela permet de suivre les tendances à long terme des populations et d'évaluer l'impact des projets de développement. Le chant des mâles facilite également les comparaisons entre sites et périodes, offrant une méthode standardisée et précise pour les suivis ornithologiques.

La fluctuation de la population d'outarde peut s'expliquer par la présence de conditions favorables à l'espèce sur ce territoire, ainsi que la présence de femelles et la fragilité de la population départementale.



FOCUS
SUR
...


Le partenariat de 3 parcs éoliens avec le Conservatoire d'Espaces Naturels Nouvelle-Aquitaine dans les Deux-Sèvres (79)




UN GAGE D'EFFECTIVITÉ DANS LA MISE EN ŒUVRE ET LA GESTION DE MESURES COMPENSATOIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT



PARC ÉOLIEN DE CLUSSAIS-LA-POMMERAIE (79)

 5 éoliennes

 PUISSANCE INSTALLÉE
11,75 MW

 MISE EN SERVICE
Décembre 2017

PARC ÉOLIEN DE TIPER (79)

 3 éoliennes

 PUISSANCE INSTALLÉE
6,6 MW

 MISE EN SERVICE
Décembre 2017

PARC ÉOLIEN DE SAINT-LAURS ET BEUGNON-THIREUIL (79)

 6 éoliennes

 PUISSANCE INSTALLÉE
25,2 MW

 MISE EN SERVICE
Mai 2023

— CONTEXTE

Ces 3 parcs éoliens sont implantés dans un contexte de grandes cultures en mosaïque avec des haies et des prairies. **Des enjeux écologiques ont été identifiés par la présence d'oiseaux de plaine** (Busard cendré, Édicnème criard, Outarde canepetière, Alouette des champs...) **et il a été décidé de réaliser des mesures de restauration des habitats et de gestion écologique en faveur de ces espèces. Il s'agit de mesures de compensation et d'accompagnement.**


Le développeur et exploitant wpd s'est engagé, en partenariat avec le CEN Nouvelle-Aquitaine et le Groupe Ornithologique des Deux-Sèvres (GODS), à financer pour ces trois parcs **des mesures de restauration d'habitats à hauteur de plus de 300 000 € sur 15 à 20 ans.** Le partenariat sur les 3 parcs éoliens vise à maintenir la mosaïque prairiale favorable à l'avifaune de plaine sur des secteurs agricoles proches des parcs éoliens qui ne bénéficient pas d'aides de financement. Les objectifs de réhabilitation et de mise en place d'un mode de gestion agricole durable sont adaptés aux objectifs de conservation des espèces d'oiseaux de plaine dont l'Outarde canepetière.

Ce partenariat ne se limite pas uniquement au dimensionnement des mesures mais constitue **une véritable collaboration entre les deux structures, wpd et CEN NA, avec un accompagnement de ce dernier sur l'ensemble de la durée d'exploitation.** L'ensemble des mesures conventionnées avec le CEN NA a fait l'objet d'une validation préalable par son Conseil scientifique et technique territorial.

— OBJECTIFS DU PARTENARIAT

 **TRAVAILLER AVEC DES ACTEURS ET EXPERTS**
naturalistes locaux, gestionnaires d'espaces naturels, également connaisseurs du monde agricole

 **GARANTIR LA PERTINENCE DU FONCIER**
retenu eu égard aux enjeux écologiques visés

 **ENGENDRER UNE PLUS-VALUE ÉCOLOGIQUE**
à proximité des projets éoliens

— PARC ÉOLIEN DE CLUSSAIS-LA-POMMERAIE

• **ACTIONS** : en 2017, le CEN Nouvelle-Aquitaine a acquis 2 ha de parcelles agricoles pour réhabilitation et en a confié la gestion à un éleveur. Il a été décidé de diversifier les assolements pour favoriser un retour des prairies grâce à l'implantation de semences biologiques variées, et de gérer les prairies par fauche à des dates compatibles avec la reproduction des oiseaux, sans utiliser d'engrais ni de produits phytosanitaires.

• **RÉSULTATS** : en 2022, malgré la présence d'espèces floristiques typiques des friches post-culturelles, les parcelles agricoles présentaient un fort potentiel d'évolution vers des prairies ou des pelouses naturelles. Les inventaires ornithologiques réalisés indiquent une grande diversité d'espèces en période de reproduction (56 espèces d'oiseaux). Les inventaires ont permis de découvrir la présence de l'odontite de Jaubert, espèce floristique protégée au niveau national.

— PARC ÉOLIEN DE SAINT-LAURS ET LA CHAPPELLE-THIREUIL

• **ACTIONS** : le projet implique des impacts divers sur 1300 m de haies. Il a été donc décidé de replanter 4000 m de haies bocagères en compensation, et d'accompagner cette mesure par la conversion d'une parcelle de culture en prairie humide avec une gestion à long terme. Le CEN NA a ainsi acquis en 2022 11 ha de parcelles agricoles converties en prairies, sur lesquelles plus de 2000 m de haies ont pu être plantés dès mars 2022. Le reste des plantations est prévu à l'hiver 2024-2025 grâce à des conventions avec la commune d'Ardin sur chemins communaux. Par ailleurs, sur les 11 ha acquis par le CEN NA, environ 6 ha sont ciblés pour atteindre l'objectif de restauration de 2000 m² de zones humides inscrit à l'étude d'impact.

• **RÉSULTATS** : la restauration de la zone humide est une réussite pour le CEN NA. Grâce aux points d'eau rétablis et la restauration d'une majeure partie de la parcelle, le potentiel de restauration d'hydromorphie de la prairie semble supérieur aux 2000 m² souhaités. Toutefois, un suivi lors des prochains hivers sera nécessaire pour estimer la surface réellement restaurée.

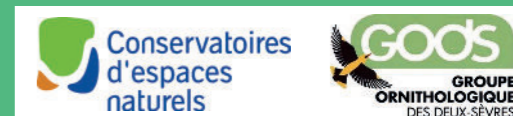
— PARC ÉOLIEN DE TIPER

• **ACTIONS** : en 2019, le CEN Nouvelle-Aquitaine a acquis 2 ha de parcelles agricoles à fort potentiel pour les oiseaux de plaine, là aussi gérées par un exploitant agricole volontaire. Une bande de repousse spontanée a été aménagée, tandis que des parcelles céréalières ont été reconverties en surfaces herbagères. Dans le cadre de ce partenariat, l'exploitant agricole a pu continuer son exploitation en mettant en place un couvert spontané en évolution libre (jachère).

• **RÉSULTATS** : Comme pour le parc de Clussais-la-Pomméraie, les bonnes relations avec l'exploitant agricole des 2 parcelles acquises ont permis de d'intégrer de nouveaux suivis de la biodiversité de ces parcelles dans le cadre du partenariat avec l'association Noé pour le suivi des cortèges de pollinisateurs sauvages sur ces parcelles depuis avril 2024 (voir livret *Photovoltaïque et biodiversité*).

➤ **Le partenariat avec le CEN Nouvelle-Aquitaine permet de garantir la pérennité des mesures grâce à l'acquisition de terrains dont la gestion environnementale est assurée par les exploitants agricoles.**

➤ **Des suivis ornithologiques sont menés par le GODS et coordonnés par le CEN Nouvelle-Aquitaine pour s'assurer de la bonne évolution des espèces présentes.**



Le CEN est une association composée de représentants de la société civile, d'organismes environnementaux et de collectivités. Il est soutenu par un conseil scientifique d'experts pour assurer une gestion durable des milieux naturels et intégrer les enjeux environnementaux au cœur de l'économie rurale.

Le GODS est une association à but non-lucratif qui a pour objectifs l'étude et la protection des oiseaux et de leurs milieux. Le GODS a pour vocation l'observation, l'étude et la protection des oiseaux sauvages, nicheurs, hivernants ou migrateurs du département des Deux-Sèvres.

FOCUS
SUR
...

La restauration d'une ZNIEFF comme mesure d'accompagnement du parc éolien de Clais (76)

Alterric

UNE GESTION RÉFLÉCHIE POUR FAVORISER LE RETOUR D'ESPÈCES MENACÉES



3 éoliennes



PUISSANCE INSTALLÉE
7,05 MW



MISE EN SERVICE
Février 2018



© ALTERRIC

— CONTEXTE

Dans le cadre de la mise en oeuvre des mesures d'accompagnement du parc éolien de Clais (76), **Alterric s'est engagé à entretenir la ZNIEFF de type 1 « Les Olivettes »**, située à proximité du parc. La zone de 1,7 ha est située sur le versant d'une colline de craie et se compose, avant le début des mesures, d'une pelouse plus ou moins fermée (présence de fourrés à Prunelliers, Troènes...). Son classement en tant que ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) traduit sa valeur écologique remarquable. Elle a accueilli **deux espèces rares typiques de ces milieux : la Pie-grièche écorcheur et la Parnassie des marais.**

Cependant, elle est depuis une vingtaine d'année sujette à une rapide colonisation par des ligneux, refermant le milieu. La mesure d'accompagnement vise donc, par un prélèvement ponctuel de ligneux et une fauche régulière, à **revaloriser la parcelle et à maintenir le caractère ouvert de ce site afin de favoriser le retour des espèces les plus rares.** Une particularité de la mise en oeuvre de cette mesure est que la fauche annuelle des prairies se fait à l'aide de chevaux de trait. En renonçant à l'utilisation de machines lourdes, la couche d'humus sensible du sol et la couverture végétale sont préservées.

— ACTIONS

Objectifs

ENTREtenir LES ACTUELS HABITATS herbacés mésophiles à mésoxérophiles



Mesures mises en place

FAUCHAGE DES VÉGÉTATIONS ouvertes et exportation des produits de coupe pour éviter l'enrichissement du milieu

RÉDUIRE LOCALEMENT LES SURFACES DE FOURRÉS ARBUSTIFS au profit des pelouses et les entretenir



DÉBROUSSAILLAGE, BUCHERONNAGE, BROYAGE ET ROGNAGE DES LIGNEUX, tout en maintenant un cordon ligneux en périphérie

DÉPOLLUER LE SITE des divers apports d'origine humaine



MAINTIEN DE QUELQUES PETITS BOSQUETS, préalablement balisés



ÉVACUATION DES DÉCHETS ET GRATTAGE DU SOL en surface pour mettre à jour la banque de graines



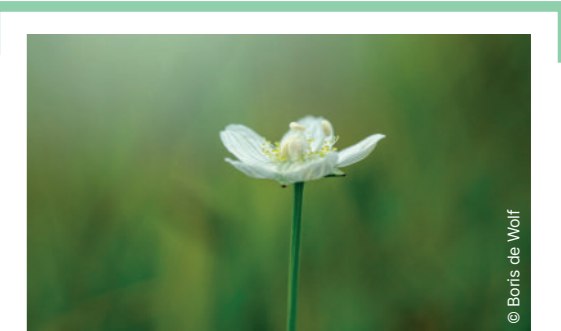
Fauchage des végétations à l'aide des chevaux de trait par la société EIRL Sabots sur Terre - © ALTERRIC

— RÉSULTATS

Dès la fin de la première année de la mesure d'accompagnement, **le site de « l'Olivette » est devenu un coteau désormais ouvert à plus de 80 % en surface.** Les actions seront poursuivies les années suivantes afin de maintenir ce degré d'ouverture à plus long terme et de permettre l'extension de pelouses mésophiles à mésothermophiles. Les mesures mises en oeuvre seront accompagnées par les experts d'Alterric et du bureau d'étude Ecosphère.

Ainsi, les travaux peuvent être adaptés et optimisés en fonction des besoins. **En 2023, pour la première fois, 8 pieds de Parnassie des marais** ont été relevés sur la zone fauchée. Et cette tendance positive se poursuit : **en 2024, leur nombre est passé à 56 tiges !**

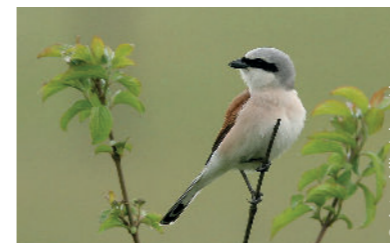
Même si la Pie-grièche écorcheur n'est pas encore revenue sur le site, **de nombreuses espèces d'oiseaux caractéristiques des milieux semi-ouverts ont déjà été observées** : Bruant jaune, Fauvette grise, Fauvette à tête noire, Hypolaïs polyglotte... Les travaux de restauration ont permis d'améliorer et de maintenir un coteau favorable aux espèces de faune et flore des milieux calcaires.



© Boris de Wolf

QUI ES-TU, PARNASSIE DES MARAIS ?

La Parnassie des marais (*Parnassia palustris*) est une plante herbacée vivace de 15 à 30 cm de haut, qui pousse dans les zones ouvertes d'Europe et d'Asie, comme les pelouses, les prairies humides et les marécages. Elle se rarifie localement en raison de la disparition des milieux ouverts et des zones humides, de l'urbanisation et de l'intensification de l'agriculture.



© Artur Mikolajewski

QUI ES-TU, PIE-GRÎÈCHE ÉCORCHEUR ?

La Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*) habite les haies et zones broussaillées d'Europe et d'Asie. Connu pour empaler ses proies sur des épines, il se nourrit d'insectes, petits reptiles et rongeurs. Bien que non considéré comme une espèce menacée, il subit un déclin en Europe de l'Ouest. Les principales menaces incluent la perte d'habitat due à l'agriculture intensive, l'urbanisation et l'usage de pesticides réduisant sa nourriture.

Les travaux se sont échelonnés sur plusieurs périodes à partir de l'hiver 2021, avec un contrôle régulier par le bureau d'études Ecosphère s'assurant que les objectifs soient accomplis.

FOCUS
SUR
...

L'amélioration de l'habitat de chasse de l'aigle royal grâce au parc éolien d'Amourès-Bouissac (34)



UN PARTENARIAT MULTI-ACTEURS POUR PRÉSERVER UNE ESPÈCE EMBLÉMATIQUE



6 éoliennes



PUISSANCE INSTALLÉE
14,1 MW



MISE EN SERVICE
Octobre 2024



© Arnaud Rhodde

PARTENAIRES IMPLIQUÉS

- Les communes ayant signé des conventions pour la mise à disposition du foncier
- La fédération départementale de chasse de l'Aveyron et les associations de chasse communales de Cornus et de Fondamente, pour la mise en place, le suivi et la coordination de la réintroduction du lapin
- Le Parc Naturel Régional des Grands Causses, gestionnaire du plateau du Guilhaumard
- Le bureau d'études EXEN, en charge des suivis du couple d'Aigle du Guilhaumard
- Valorem, coordinateur des réunions multi-acteurs et financer de la mesure

— CONTEXTE

Le site du parc éolien d'Amoures-Bouissac se situe en périphérie d'un domaine vital du couple d'Aigle royal du Guilhaumard, une espèce dont les effectifs sont en croissance. Dans une réflexion large sur l'équilibre des populations locales, et au vu de lacunes de connaissances sur l'écologie de jeunes immatures et l'importance des territoire situés à l'écart des domaines vitaux des adultes, Valorem a souhaité **contribuer à améliorer la ressource alimentaire de l'aigle sur des habitats favorables à la chasse, à proximité immédiate du coeur du domaine vital du couple du Guilhaumard.**

— OBJECTIFS ET RÉSULTATS ATTENDUS

En plus de la mise en place d'un **Système de Détection Automatisé** avec effarouchement pour éviter les collisions accidentelles avec l'avifaune, il a été décidé d'initier un **projet de réintroduction du Lapin de Garenne**, ressource alimentaire pour les aigles.

Ce projet comprend la création d'un **parc d'élevage** sur la commune de Cornus, où les lapins seront également vaccinés contre la myxomatose. En parallèle, **des garennes** (réseau de galeries et de terriers où vivent et se réfugient les lapins) seront créées sur le plateau du Guilhaumard, où seront réintroduits les lapins.

» Cette mesure permettra de réintroduire une espèce historiquement présente sur le secteur tout en favorisant l'alimentation du couple d'aigle du plateau du Guilhaumard, de façon stratégique au regard des zones de développement éolien, afin de faciliter la cohabitation pacifique avec l'Aigle royal.



© Valorem

FOCUS
SUR
...

L'Obligation Réelle Environnementale du renouvellement du parc éolien de Phénix (29)



UN ENGAGEMENT PÉRENNE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT



4 éoliennes

- 1



PUISSANCE INSTALLÉE
15,5 MW environ

+ 30%



HAUTEUR TOTALE
150 M

+ 25%



45 GWh/an
SERONT PRODUITS

+ 50%



MISE EN SERVICE
2026



Parc éolien actuel de Plomodiern © Energiter



Zone concernée par l'ORE © Energiter

— CONTEXTE

Le parc éolien actuel de Plomodiern (29), mis en service en 2009, est composé de 5 éoliennes pour une puissance totale de 12,5 MW. Il fait l'objet d'un repowering ayant récolté les **avis favorables unanimes de la commune et de la communauté de communes.**

En plus des 12 mesures d'évitement et de réduction prévues pour ce projet de repowering, ERG a cherché à mettre en œuvre une **mesure d'accompagnement supplémentaire, contractualisée via une Obligation Réelle Environnementale (ORE)**, un dispositif permettant de faire perdurer les mesures environnementales sur le long terme, même en cas de changement de propriétaire. Suite à l'autorisation de ce projet obtenue par la société ERG, c'est au tour de la société Energiter de réaliser la construction et l'exploitation du parc éolien renommé "Phénix", ainsi que d'animer cette mesure d'accompagnement.

— OBJECTIFS ET RÉSULTATS ATTENDUS

Sur une parcelle de près de 3 000 m² localisée à 350 m au sud du parc éolien, l'objectif est de **restaurer et créer une mosaïque d'habitats favorables au développement de la biodiversité et à la restauration des fonctionnalités écologiques via un ensemble d'aménagements :**



CRÉATION D'UNE MARE et mise en place d'une végétation typique des plans d'eau



CONSERVATION ET GESTION DOUCE de la prairie humide, des fourrés arbustifs et zones arborées du site



MISE EN PLACE DE GÎTES à reptiles, de gîtes à chiroptères et de nichoirs à oiseaux

L'ensemble de la parcelle sera gérée de manière différenciée en privilégiant une fauche tardive, sans utilisation de produits phytosanitaires. Un suivi annuel sera réalisé par le bureau d'étude Dervenn pour veiller à la pérennité de cette ORE, et un suivi naturaliste multi taxon est également prévu et sera réalisé par un autre prestataire en environnement, cela pour s'assurer de l'efficacité de cette mesure. Des mesures correctives seront mises en place dans le cas contraire.

» Ce contrat ORE est l'un des premiers signé en France pour un parc éolien en renouvellement. Il permettra d'assurer durant les 20 prochaines années la pérennité des mesures environnementales, offrant une plus-value indéniable pour la biodiversité.

FOCUS
SUR
...

La démarche agro-environnementale de BayWa r.e.



UN ACCOMPAGNEMENT CONCRET À LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DE L'AGRICULTURE
DANS LES TERRITOIRES



15 démarches
agro-environnementales
lancées jusqu'à présent



~ **25** projets différents
financés ou en cours



PARTENARIAT
AVEC PLUS DE

10 structures locales
différentes (chambres
d'agriculture, coopératives,
associations...)

— CONTEXTE

Depuis 2018 et dans le cadre de son approche territoriale de développement de projets, BayWa r.e. souhaite **accompagner les projets de transition agro-écologiques des territoires** avec l'aide de partenaires locaux. Cet accompagnement est né de **3 constats** :



VOLONTÉ DE FAIRE BÉNÉFICIER
au plus grand nombre des retombées du parc éolien



ATTENTES SOCIÉTALES CROISSANTES
concernant l'engagement environnemental
du monde agricole et des énergies



ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ EN FRANCE
souvent liée à certaines pratiques agricoles

— FONCTIONNEMENT DE LA DÉMARCHÉ

Durant le développement des projets éoliens, BayWa r.e. invite les exploitants agricoles locaux volontaires à collaborer pour identifier leurs besoins, les enjeux environnementaux, et les moyens d'améliorer leurs pratiques. Ces groupes de travail, souvent animés avec l'aide de la Chambre d'agriculture locale, visent à **développer des projets collectifs apportant une valeur ajoutée environnementale tout en optimisant les pratiques agricoles.**

Une fois les actions définies avec les exploitants, **BayWa r.e. assure l'accompagnement technique, administratif et/ou financier** pour leur réalisation. Une enveloppe budgétaire est allouée à cette démarche pendant la phase de développement, pouvant être ajustée selon le succès du projet éolien et l'intérêt de l'initiative agricole. L'objectif est de suivre la mise en œuvre et l'efficacité des actions dans le temps, avec un suivi technique assuré par un partenaire local.

Cette démarche d'accompagnement peut être mise en avant lors des demandes d'autorisation environnementale, car elle offre une **importante plus-value pour la biodiversité en ayant un impact systémique sur la faune et la flore locales.**



■ Exemples d'application de la démarche agro-environnementale de BayWa r.e.

PROJET ÉOLIEN DE LA HAUTE-VOIE (51)

6 agriculteurs ont participé à un projet en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Marne et la Fédération Départementale des Chasseurs de la Marne, réalisant 3 initiatives collectives. Ils ont planté 250 m de haies pour **créer des continuités naturelles et 7 ha de couverts mellifères** (jachères) pour valoriser des parcelles isolées. Ils ont également installé des stations météo connectées pour **limiter l'utilisation des intrants et suivi des formations pour adopter des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement.** En outre, un projet individuel a été mené pour la **création d'un atelier apicole**, incluant une formation et une aide à l'achat de matériel.

PROJET ÉOLIEN DE MÉASNES (23)

5 agriculteurs ont participé à un projet en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Creuse, réalisant un **projet collectif de développement de l'agriculture de conservation des sols.** Une **aide financière à l'achat d'un semoir direct** et de sursemis de prairies a été versée dans l'objectif de **limiter le labour sur parcelle cultivée.** La définition de la mesure a été suivie par la Chambre d'Agriculture.

PROJET ÉOLIEN DE BRIDORÉ (37)

7 agriculteurs ont participé à un projet en partenariat avec la Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire, réalisant 3 projets collectifs. Ils ont tout d'abord suivi des **formations « biodiversité »** dispensées par la Chambre. BayWa r.e. a également versé une aide financière pour l'achat d'un semoir direct permettant de passer à des pratiques de **conservation des sols** (non labour) à usage collectif. Enfin, une aide à la définition d'un plan de **plantation de haies** sur les exploitations a été fournie aux agriculteurs participants. Ces mesures font l'objet d'un suivi technique par la Chambre d'Agriculture.

PROJET ÉOLIEN DE SALM (57)

3 agriculteurs ont participé à un projet en collaboration avec un bureau d'études local spécialisé dans la concertation. La présence d'un nid de Milan royal à environ 3 km du site prévu pour le projet éolien et la nidification du Busard cendré dans les communes environnantes ont été prises en compte. Lors des réunions avec les agriculteurs, il a été décidé de **promouvoir et de préserver les prairies de la commune**, malgré leur faible rentabilité. Il a été proposé de mettre en place des **conventions rémunérées pour garantir le maintien des prairies existantes et convertir certaines cultures en prairies permanentes, favorisant ainsi l'habitat du Milan royal à plus de 1,5 km du projet éolien.** Cette initiative a permis de conventionner 82 ha de prairies, qui seront préservées pendant au moins 10 ans (renouvelables), avec une **gestion par fauche ou pâturage, sans recours aux produits phytosanitaires, et l'obligation de maintenir les éléments agricoles bénéfiques à la biodiversité** (haies, talus, bosquets, mares, fossés...).

FOCUS
SUR
...

Le suivi environnemental de la construction du parc éolien en mer de Saint-Brieuc (22)



UNE ATTENTION CONSTANTE À CHAQUE COMPARTIMENT DE L'ENVIRONNEMENT



62 éoliennes



PUISSANCE INSTALLÉE
496 MW



MISE EN SERVICE
Mai 2024

— CONTEXTE

Le parc éolien en mer posé de Saint-Brieuc est issu du premier appel d'offres français, lancé en 2011 et remporté par Ailes Marines, société détenue par Iberdrola. L'état initial de l'environnement marin a été réalisé dans le cadre de l'étude d'impact, de 2012 à 2015, concernant notamment à la fois les milieux physiques (courant, marée, géologie, qualité de l'eau...) et vivant (faune et flore marine, faune volante...). Des premières mesures environnementales ont été implémentées dès 2017, avant le début des travaux en mai 2021. Durant cette période et jusqu'à la mise en service du parc, de nombreuses mesures ont été mises en place afin de suivre et limiter les incidences potentielles du chantier sur le milieu marin.



434 jours
de terrain environ



Plus de **50 000** heures
d'enregistrement de bruit
sous-marin biologique



2330 jours et nuits de suivi en
continu (turbidité, bruit sous-marin,
bioacoustiques des chiroptères,
téléométrie Fou de Bassan)



22 actions
de sensibilisation

— ACTIONS ET RÉSULTATS



RÉDUCTION DU BRUIT SOUS-MARIN POUR L'INSTALLATION DES PIEUX
PAR LA MÉTHODE DU FORAGE

Le site du parc éolien en mer de Saint-Brieuc s'est avéré particulièrement complexe du fait de la nature des fonds marins très hétérogènes, comprenant des roches extrêmement dures telles que le grès, mais également un bassin sédimentaire sur une partie de la zone. Alors qu'il avait été envisagé d'utiliser la technique du battage et forage pour installer les 190 pieux d'ancrage.

Grâce aux études d'ingénierie et aux différents tests réalisés à terre et en mer, Ailes Marines a finalement retenu la **solution innovante du forage à 100%**, réduisant significativement les impacts des travaux sur les espèces halieutiques et les mammifères marins.

Afin de mesurer le bruit sous-marin lors de la construction, des bouées de mesure acoustique ont été déployées sur 9 fondations (3 par type de fond), enregistrant en continu le paysage sonore environnant. Ces suivis ont ainsi permis de démontrer que les

niveaux de bruits étaient contenus dans la gamme des niveaux émis par d'autres types d'embarcations, et ne sont ainsi pas de nature à causer un risque de mortalité ou de blessure sévère aux mammifères marins.

Par ailleurs, une **étude pionnière** menée par un collège de scientifiques internationaux s'est intéressée à l'effet du bruit sur la ressource halieutique. Pendant plus de 3 ans, 30 coquilles Saint-Jacques ont été équipées d'un valvomètre à 400 et 3000 m du navire de forage. L'étude a levé les principaux doutes quant aux impacts du forage sur le comportement des coquilles Saint-Jacques adultes, aucune mortalité ni de modification du comportement révélant un impact réel n'ayant été observées. Depuis la fin des travaux, les études pilotées sur la ressource halieutique dans la Baie (SETEC, l'IFREMER, ...) ont mis en évidence des niveaux records pour les stocks de coquilles Saint-Jacques.



SUIVI DES MAMMIFÈRES MARINS

Pendant la phase de construction, le suivi des mammifères marins est assuré par des campagnes en avion et en bateau (suivi visuel), et sous-marines (suivi acoustique).

Les campagnes aériennes se sont tenues une fois par mois pour chaque année de construction, en suivant des transects sur l'ensemble du Golfe de Saint-Malo et de la Baie de Saint-Brieuc. Elles ont permis d'observer 110 individus lors de l'état de référence, et respectivement 155, 173 et 546 individus lors de chacune des trois années de suivis. **Plusieurs espèces ont fréquenté régulièrement le site**, comme le dauphin commun à bec court, le grand dauphin et le marsouin commun.

Les campagnes acoustiques ont été réalisées grâce à 7 stations acoustiques installées à différents endroits de la zone d'étude, dans et hors du parc. Elles ont permis de **confirmer la fréquentation importante du site par les cétacés, en particulier par les delphinides** comme le marsouin commun, le grand dauphin, le dauphin commun et le dauphin de Risso. **Leur fréquentation du site semble d'ailleurs peu perturbée par les travaux.**

Enfin, au-delà de ces suivis à large échelle, un suivi spécifique au sein du parc avec des observateurs marins a été mené lors de la construction et n'a pas révélé de situation critique pour ces espèces.



RÉDUCTION
DE LA PHOTO-ATTRACTION
SUR LES NAVIRES DE CHANTIER

L'étude d'impact a mis en évidence que certaines espèces d'oiseaux en vol étaient plus sensibles à la lumière que d'autres, en particulier les pétrels et les puffins. **Une mesure de réduction de la photo-attraction en phase de construction** a donc été inscrite dans l'autorisation environnementale du parc prévoyant que :

- Toute source lumineuse non nécessaire devait être éteinte
- L'intensité lumineuse devait être réduite au minimum
- Les sources lumineuses devaient être orientées vers le bas autant que possible

Chaque navire de construction et prestataire associé a été notifié de cette mesure dans le cahier des charges et a mis en place les mesures nécessaires dans la limite des besoins en termes de HSE pour les employés.

» L'ensemble des mesures environnementales mises en œuvre lors de la phase chantier ont été détaillées dans des bilans annuels rendus publics sur le site internet du parc éolien en mer de Saint-Brieuc.



© Camille Hervy - Iberdrola



© Christophe Beyssier pour Iberdrola France



LE CONTRÔLE DE LA TURBIDITÉ

La turbidité correspond au caractère plus ou moins trouble de l'eau. Plus la turbidité est élevée, plus les concentrations en matière en suspension dans l'eau sont importantes et moins l'eau est transparente. Enfin, au-delà de ces suivis à large échelle, un suivi spécifique au sein du parc avec des observateurs marins a été mené lors de la construction et n'a pas révélé de situation critique pour ces espèces.

Un suivi et une surveillance en temps réel de la turbidité ont été réalisés par un réseau de surveillance de 5 stations de contrôle. Trois niveaux d'alerte ont été mis en place par arrêté préfectoral. Un renforcement du suivi, une diminution de la vitesse de forage ou un arrêt temporaire des travaux étaient prévus en cas de dépassement de seuil.

Après 1048 jours effectifs de suivi de la turbidité en continu, aucun dépassement de seuil n'a été observé. Les travaux produisent des variabilités des teneurs en matière en suspension équivalentes voire inférieures aux niveaux naturels. Toutes les données ont été contre-expertisées par le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) qui a validé la conclusion des études.

FOCUS
SUR
...

Les mesures environnementales du projet pilote d'éolien flottant Provence Grand Large (13)



UNE INNOVATION TECHNOLOGIQUE MAJEURE AU SERVICE DE LA COMPRÉHENSION DU MILIEU MARIN



3 éoliennes



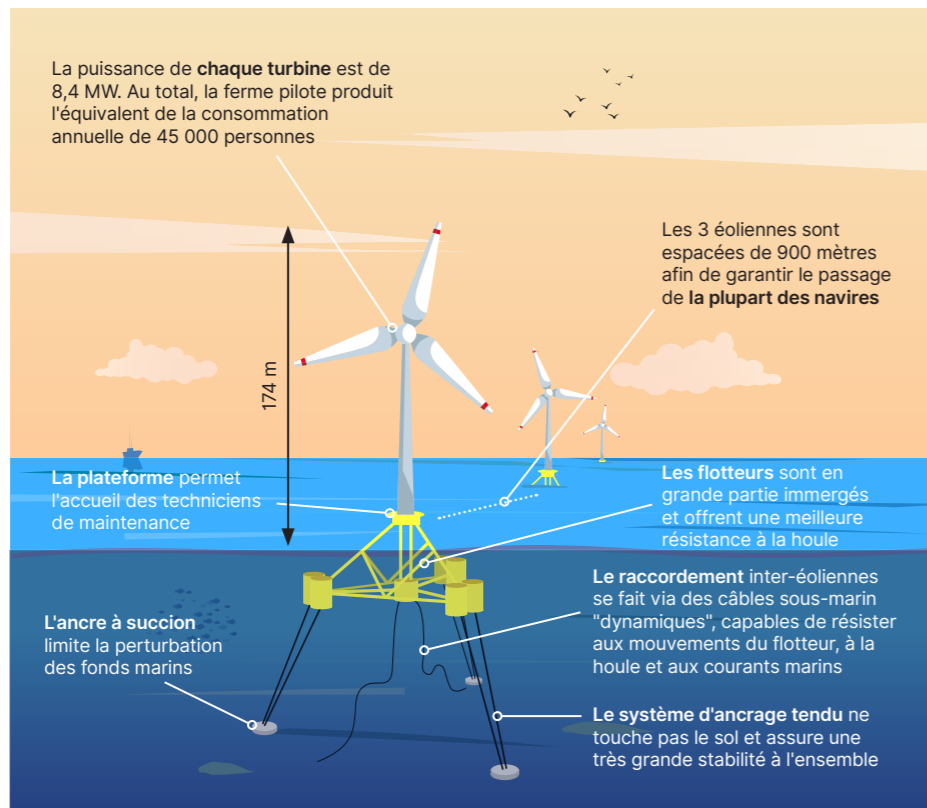
PUISSANCE INSTALLÉE
25,2 MW



MISE EN SERVICE
2024

— CONTEXTE

Le projet pilote de Provence Grand Large (PGL) constitue le **premier parc éolien flottant en cours de mise en service en France**. Ses 3 éoliennes de 8,4 MW chacune sont installées à 17 km des côtes, par 100 m de profondeur. Elles prennent place sur des flotteurs « à lignes d'ancrage tendues » conçus, développés et installés par SBM Offshore et IFP Energies Nouvelles. Cette innovation technologique majeure s'inspire des technologies utilisées pour stabiliser les plateformes pétrolières.



Provence Grand Large est un **projet pilote** : à ce titre, il a notamment pour mission d'obtenir un **retour d'expérience environnemental** et donc de faire progresser les connaissances sur le milieu marin, particulièrement à l'écart des côtes et jusqu'à présent peu décrit. Il permet également de **tester la robustesse de nouvelles technologies** dédiée aux observations environnementales dans des conditions marines complexes.

— EXEMPLES D'ACTIONS ET RÉSULTATS

Les suivis environnementaux mis en place sur le projet de PGL ont pour objectif de **décrire précisément l'environnement dans lequel va s'intégrer le parc pilote et d'évaluer si les incidences environnementales sont conformes** à celles qui avaient été initialement prévues dans l'étude d'impact. Ils permettent enfin de suivre la bonne efficacité des mesures de réduction et de compensation des impacts. Plusieurs suivis ont débuté un an avant le début de la construction et vont se maintenir jusqu'à 5 ans après la mise en service, dont notamment :



SUIVI BIOSÉDIMENTAIRE

Il s'agit d'aller **prélever des sédiments** (vase) afin d'**identifier et de quantifier les animaux** y vivant. Cette opération a été réalisée avant l'installation des éoliennes et sera reconduite à l'identique après leur installation. Au total 60 espèces ont été observées, un résultat assez faible, mais conforme à cette région du Golfe de Lion sous l'influence du Rhône. Pendant l'installation des éoliennes en mer, **la vie de ces animaux sera modifiée localement sur une courte période**. Ces espèces sont résilientes, elles recoloniseront vite la zone. L'étude d'impact avait qualifié cet impact de **faible à négligeable** sur ce volet.



© Provence Grand Large par Prysman - 2024



SUIVI DE LA MÉGAFaUNE MARINE

L'objectif est d'**inventorier les oiseaux et mammifères marins** qui fréquentent PGL. En hiver, jusqu'à 40 dauphins ont pu être comptés au cours d'une même sortie. L'étude d'impact avait qualifié l'impact de PGL sur ces mammifères marins, de **faible à négligeable**. Concernant les oiseaux, c'est en été qu'ils sont plus nombreux dans les alentours de PGL. L'étude d'impact avait qualifié l'impact de PGL sur les oiseaux de **modéré à faible** du fait d'un risque de collision non nul. Un **radar d'observation des oiseaux** a été installé en mer, sur l'éolienne centrale. Couplé à une caméra très haute définition, **il permettra d'enregistrer toutes les trajectoires des oiseaux en interaction avec le parc**. Les suivis vont se maintenir jusqu'à 5 ans après la mise en service et permettront d'**évaluer si ce risque est avéré et de prendre les mesures le cas échéant**.



© Jean-Yves Delattre

— EXEMPLES DE MESURES ERC-A-S MISES EN PLACE

- Définition de la **localisation** du projet afin de limiter les impacts sur les milieux naturels
- Réduction de la **photo-attraction** vis-à-vis de la faune volante en phase chantier et exploitation
- Installation de **caméras suivant l'avifaune** en continu avec déclenchement d'un **système d'effarouchement sonore** en cas de risque de collision
- Création de **lieux de nidifications pour les oiseaux marins** avec le Parc Naturel Régional de Camargue
- **Suivi de l'ichtyofaune et des ressources halieutiques**
- **Suivi du bruit sous-marin et des mammifères marins**
- Contribution à des **programmes de recherche scientifique**

» Le projet pilote de Provence Grand Large offre une occasion unique d'explorer le potentiel de l'éolien flottant, aussi bien sur le plan **énergétique qu'environnemental**. Grâce au partage des données environnementales, **il permettra d'approfondir la connaissance de l'écosystème marin méditerranéen à une échelle inédite**. Au total, environ 5 millions d'euros sont investis dans les programmes de recherche, de suivi et d'acquisition de connaissances environnementales, faisant de Provence Grand Large un véritable laboratoire de recherche à ciel ouvert.

Éolien et biodiversité : des solutions pour la nature

Face au changement climatique, le déploiement de l'éolien sur terre et en mer est indispensable afin de sortir de notre dépendance aux énergies fossiles et réduire rapidement nos émissions de gaz à effet de serre. Chaque projet est construit de manière responsable et concertée, en tenant compte des spécificités environnementales locales et en impliquant activement riverains, élus et acteurs du territoire.

Comme toute activité humaine, l'éolien a des impacts, mais ces derniers sont aujourd'hui bien identifiés et encadrés. Le principal défi concerne le risque de collision avec la faune volante. Cependant, grâce à des études environnementales rigoureuses et à des mesures ERCA (Eviter-Réduire-Compenser-Accompagner) appropriées, chaque projet est conçu pour limiter au maximum son empreinte sur la biodiversité. Le suivi continu des parcs garantit que les engagements environnementaux soient respectés tout au long de leur exploitation.

Après plus de 25 ans de développement éolien en France, **les impacts sont désormais bien connus et maîtrisés**. Les enseignements tirés de ces décennies permettent de systématiquement privilégier des sites à faible impact. De plus, les avancées technologiques, comme les dispositifs de bridage, les systèmes de détection automatisés (SDA) ou le repowering, offrent des solutions innovantes pour concilier la production d'électricité renouvelable et la préservation de la biodiversité. Loin de nuire, **l'éolien montre qu'il est possible d'agir efficacement pour protéger notre environnement tout en répondant à nos besoins énergétiques et de réduction d'émissions de gaz à effet de serre**.

Le monde scientifique s'est désormais bien approprié ces thématiques. Grâce aux nombreux programmes de recherche menés, notamment au sein de l'Observatoire de l'éolien en mer, la filière contribue à une meilleure compréhension des écosystèmes, qu'il s'agisse des chauves-souris, des oiseaux, des mammifères marins, des poissons et de leurs habitats. Ce savoir est un levier pour améliorer encore davantage les pratiques. Dans les années à venir, il est impératif de renforcer la synergie entre la recherche et l'industrie, de diffuser ces connaissances et de les traduire en actions concrètes. L'Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité sera un outil essentiel pour atteindre cet objectif.



« L'éolien n'est pas une option, c'est une responsabilité collective, un engagement pour l'avenir. Plus que jamais, il est temps d'accélérer sa mise en œuvre pour bâtir un monde respectueux de la biodiversité et libéré des énergies fossiles. »

Anne-Catherine de Tourtier,
présidente de France renouvelables



Trop souvent, la question de l'impact de l'éolien sur la biodiversité est ramené aux seuls impacts négatifs locaux d'un parc. Sans nier leur existence, l'état de l'art proposé dans ce livret en montre toute la complexité, les efforts constants pour les réduire, la variété des solutions existantes, et surtout les bénéfices que peut tirer la biodiversité de l'installation d'un parc éolien éco-conçu.

Le sérieux et l'investissement dont la filière éolienne fait preuve concernant la prise en compte et la préservation de la biodiversité sont indéniables depuis de nombreuses années, mais manquent encore hélas de reconnaissance. Ce livret démontre l'étendue de l'imagination et des ressources des acteurs de l'éolien dans ce domaine, ainsi que l'efficacité des mesures déjà mises en places.

À court terme comme à long terme, l'éolien se positionne donc comme étant une réponse majeure au double enjeu de l'effondrement de la biodiversité et du réchauffement climatique. Loin de se reposer sur ses lauriers, la filière éolienne représentée par France renouvelables poursuit sa recherche d'exemplarité environnementale, et renforce année après année les moyens humains, techniques et financiers consacrés à la biodiversité, pour continuer à relever les deux plus grands défis du siècle.

REMERCIEMENTS

Un grand merci à **Brice Normand** (Ouest Aménagement), **Jehanne Prévot** (France Energies Marines), **Thomas Eglin** et **Paul Franc** (ADEME), **Philippe Moutet** et **Léa Pourchier** (Fédération des Parcs Naturels Régionaux), **Émilie Douté** (Boralex), **Rémi Saintier** (DREAL Grand-Est), **Yannick Beucher** (EXEN) et **Laurie Gilbert** (Qenergy) pour leur temps, leurs témoignages et leur engagement pour concilier transition énergétique et préservation de la biodiversité

Merci aux sociétés nous ayant partagé les retours d'expériences apparaissant dans ce livret :



Et enfin, merci aux sociétés et tout particulièrement à leurs salariés qui ont contribué à la rédaction des livrets « Éolien & biodiversité » et « Photovoltaïque & biodiversité » :



Retrouvez également

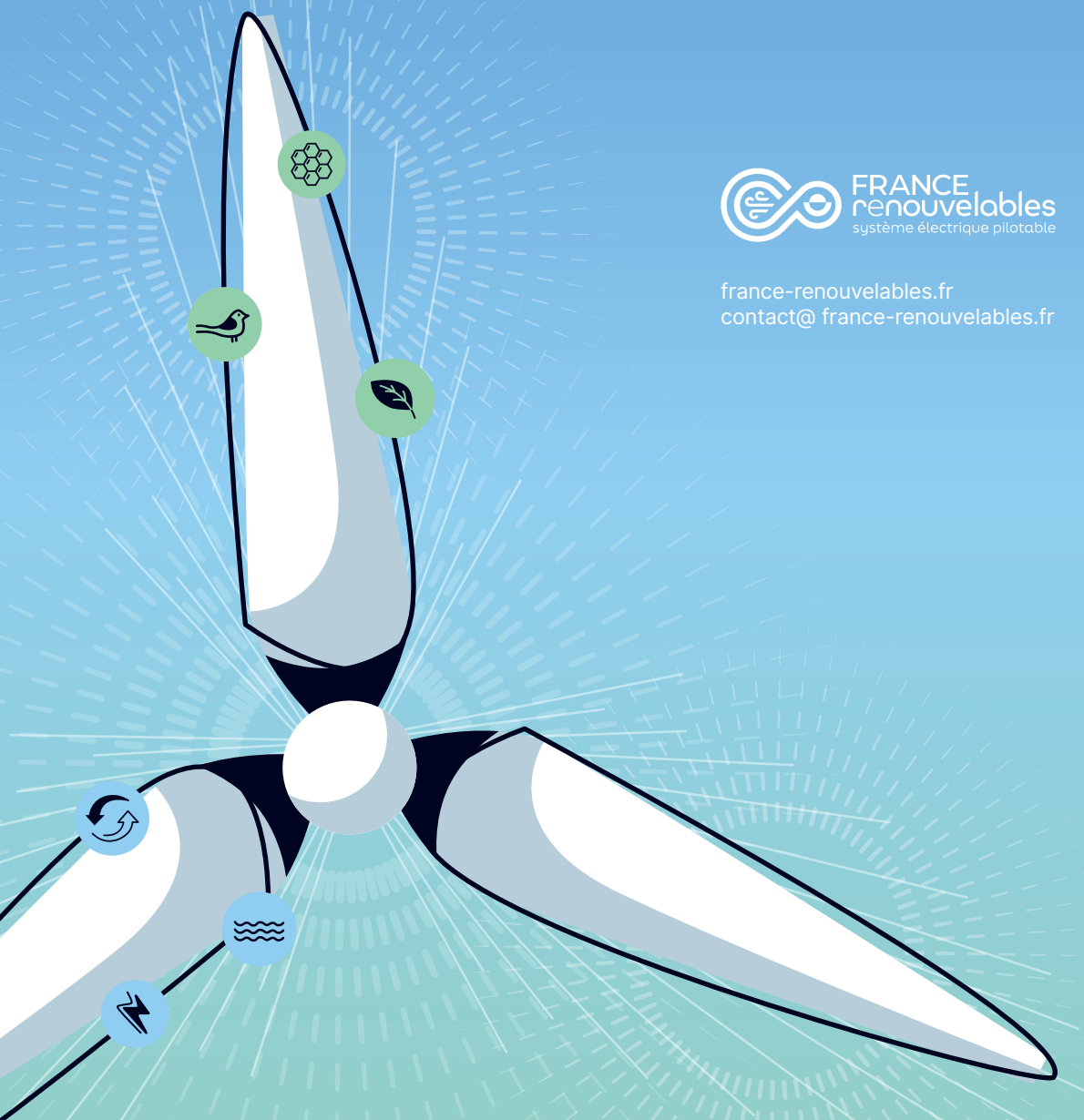


sur france-renouvelables.fr

Imprimé en France. Label certifié Imprim'vert.
Imprimé sur Nautilus Classic, papier labellisé issu de pâte 100 % recyclée et de forêts durablement gérées.

Rédaction : Marion Kraaijenbrink et Robin Dixon (France renouvelables)
Conception et réalisation : Stéphanie Zoete | Impression : Encre Nous | Crédits photos : Droits réservés





france-renouvelables.fr
contact@france-renouvelables.fr