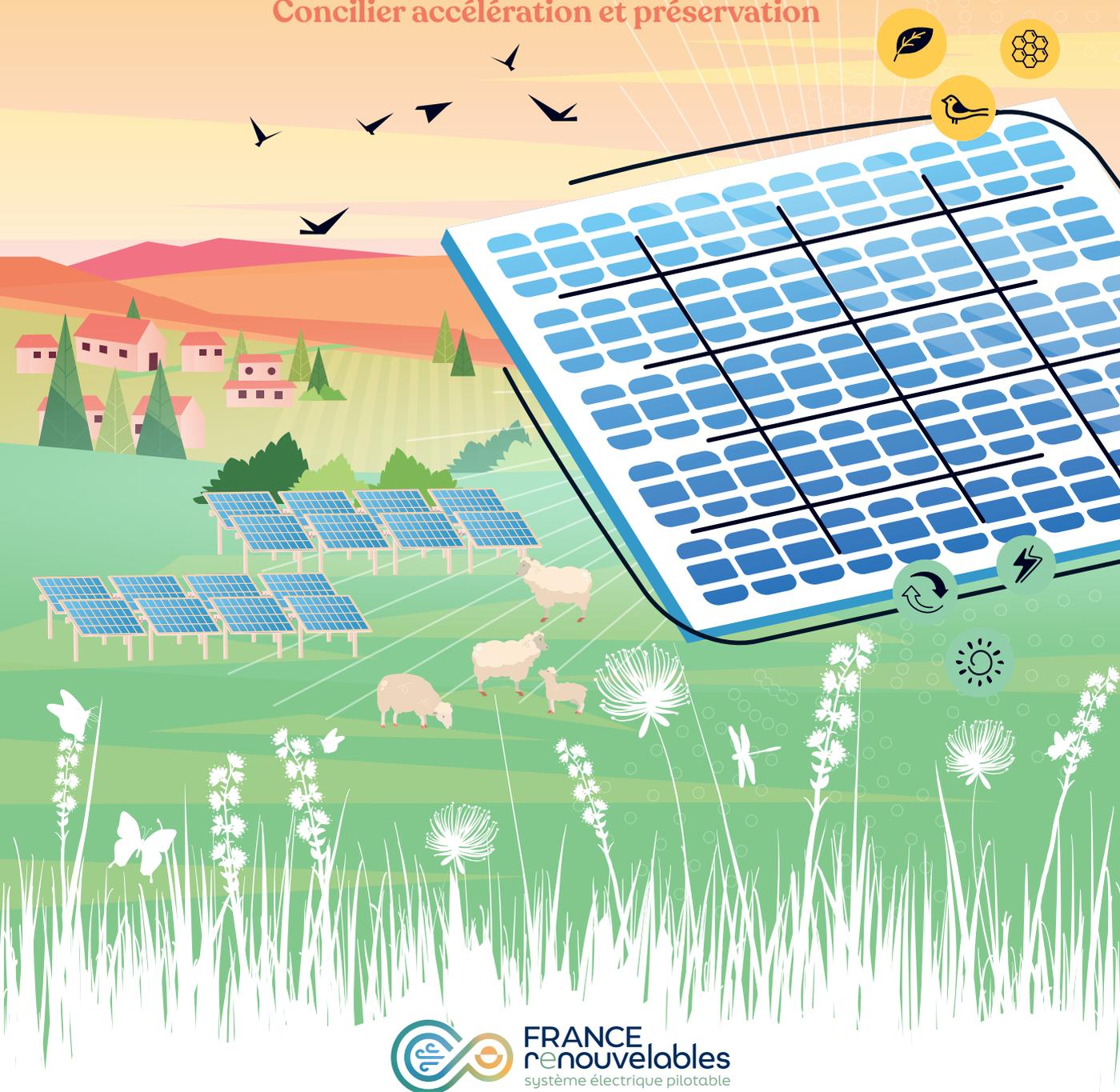


PHOTOVOLTAÏQUE & BIODIVERSITÉ

Concilier accélération et préservation





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 photovoltaïques

- Biodiversité et climat : deux crises indissociables p.6
- Les clés du climat p.8
- Le photovoltaïque dans le mix électrique français p.9
- Le photovoltaïque sous toutes ses formes p.10
- Le déroulement d'un projet photovoltaïque au sol p.12
- Les paramètres d'implantation d'un parc photovoltaïque p.14
- La séquence ERC : Éviter – Réduire – Compenser p.15
- Le suivi environnemental p.18
- 3 QUESTIONS À...** *Ludivine Doyen (Biotope)* p.19
- Les effets des parcs photovoltaïques au sol sur l'environnement p.20
- Les effets des parcs photovoltaïques flottants sur l'environnement p.22
- Les effets des panneaux photovoltaïques sur toitures et ombrières sur l'environnement p.23

2. L'amélioration des connaissances et des solutions

- L'Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité p.24
- 3 QUESTIONS À...** *Véronique de Billy (Office Français de la Biodiversité)* p.25
- Photovoltaïque, biodiversité et recherche : la science en pleine ébullition p.26
- Envoilaïque : des projets à long terme pour évaluer l'impact des centrales photovoltaïques au sol sur l'avifaune p.28
- 3 QUESTIONS À...** *Camille Leroux (Auddicé Biodiversité)* p.29
- PV-Chiros : mieux intégrer les enjeux chiroptères sur les centrales photovoltaïques au sol p.30
- 3 QUESTIONS À...** *Vivien Chartendrault (LPO Auvergne-Rhône-Alpes)* p.31
- **La biodiversité au cœur des projets photovoltaïques...** p.32
- **... et du système électrique renouvelable et pilotable** p.34
- Les terrains dégradés : une opportunité indispensable mais limitée p.36
- Une emprise au sol en trompe-l'œil p.37
- L'intégration des parcs photovoltaïques dans les continuités écologiques p.38
- 3 QUESTIONS À...** *Caryl Buton (X-AEQUO)* p.39
- Mettre l'énergie solaire au service de l'agriculture avec l'agrivoltaïsme p.40
- L'agrivoltaïsme : une opportunité pour la biodiversité p.42
- 3 QUESTIONS À...** *Sébastien Ackermann (AS Développement)* p.43

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

- Le programme ECHO : l'engagement d'Amarenco pour la régénération p.44
- 3 QUESTIONS À...** *Ana Dubois (Amarenco)* p.45
- Le partenariat entre Noé et WPD pour la préservation des pollinisateurs sauvages p.46
- La végétalisation du parc photovoltaïque de La Grande Combe (30) / Urbasolar p.48
- La restauration de pelouses sèches autour du parc photovoltaïque de Marigny (51) / CVE p.50
- Le développement successif des parcs photovoltaïques de Fontenet 1, 2 et 3 (17) sur terrains artificialisés / BayWa r.e. p.52
- L'adaptation des mesures ERC du parc photovoltaïque de Logelbach (68) / Voltalia p.54
- Le parc photovoltaïque citoyen du Soleil de Chanenc (04) / Enercoop p.56
- La restauration d'une zone humide autour du parc photovoltaïque de Saint-Julien-sur-Cher (41) / Enoé 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.



Antoine Gatet
Président de France
Nature Environnement

France Nature Environnement (FNE) est engagée pour une transition énergétique juste, démocratique et tournant le dos aux énergies fossiles comme fossiles. FNE est convaincue que les énergies renouvelables sont, avec la sobriété et l'efficacité énergétique, les seuls leviers activables d'ici 2040 pour transformer le mix énergétique et construire un monde vivable. Néanmoins, cette transition ne doit pas entrer en contradiction avec la préservation de la biodiversité, autre pilier essentiel d'un monde vivable.

Nous faisons face à la 6e phase d'extinction de la biodiversité qui, selon les scientifiques, se produit à un rythme très largement supérieur au taux naturel d'extinction. Le changement d'affectation des terres y contribue fortement. Même si les EnR y jouent un rôle moindre que d'autres secteurs, FNE est soucieuse de la pression supplémentaire liée à leur déploiement. Dans ce contexte d'urgence à agir, nous avons de nombreuses solutions à mettre en œuvre collectivement.

Planifier, dans le temps et dans l'espace, les possibilités et conditions d'implantation, trouver un consensus, du national au local, entre élu.es, citoyen.es réuni.es ou non, associations environnementales, acteurs économiques, prend du temps. Mais cette étape incontournable participe de la construction de projets à échelles humaines, conciliation production d'énergie renouvelable et respect de la biodiversité, et donc de robustesse et d'acceptation sociétale des projets.

L'Etat ne peut se contenter de fixer des objectifs de déploiement des EnR, il doit être le prescripteur d'un cadre et d'une doctrine sur l'intégration des enjeux territoriaux de biodiversité dans les projets, par une planification au-delà de la simple identification des « Zones d'accélération ». Les velléités d'affaiblir la réglementation environnementale au prétexte d'une accélération ou d'une simplification sont illusoirs. Elles augmentent en réalité l'insécurité juridique des projets et constituent une impasse par le déni de l'importance des processus d'évaluation environnementale ainsi que des acteurs comme les associations qui apportent des connaissances scientifiques indispensables à la réalisation de projets répondant aux exigences de protection des milieux naturels. Sans renforcement des moyens des services de l'Etat qui instruisent les dossiers des réseaux qui accompagnent les collectivités, et des associations environnementales qui portent la voix de la nature et de l'engagement citoyen collectif, le développement des ENR acceptables socialement et écologiquement n'aura pas lieu.

Sortir du doute, de l'ignorance et construire la connaissance et le dialogue nécessaires à l'action juste et efficace, que ce soit pour les développeurs, les élu.es, les associations et les citoyen.nes, est primordial. La mission d'objectiver les impacts pour asseoir les orientations politiques et les pratiques sur des bases scientifiques est désormais dans les mains de l'Observatoire ENR et biodiversité. Charge à tous-tes de s'emparer de cette connaissance avec exigence.

Alors que la France et l'Europe s'engagent dans de nouveaux objectifs de restauration de la nature, face à l'ampleur des dégradations actuelles le développement des EnR, objectif d'intérêt général environnemental, doit assumer l'impératif de s'inscrire dans un programme de transformation sociale alliant sobriété, reconquête des fonctionnalités écologiques des territoires, et transition énergétique. Il y aura des projets nouveaux de production d'énergie renouvelable, qu'il ne faut pas chercher à masquer par un marketing vert, mais qu'il faut assumer dans le cadre d'une planification nationale et territoriale fine, et construits sur la base d'une légitimité scientifique, démocratique et écologique, présentant les alternatives étudiées et les motivations des choix retenus. Par exemple, en l'absence d'une programmation des besoins de photovoltaïque au sol au-delà des surfaces déjà artificialisées, fondée sur une étude de référence partagée, que l'Etat devrait diligenter ainsi que nous le demandons depuis longtemps, les projets qui s'implantent aujourd'hui en zones naturelles ou agricoles utiles pour la transition agroécologique sont socialement et écologiquement problématiques.

Cet enjeu d'intérêt général et de ce qu'il sous-tend en termes de responsabilités est donc encore à travailler collectivement, à chaque échelle territoriale, en intégrant l'ensemble des enjeux de la transition écologique, y compris celui du partage de la valeur. Nos attentes restent fortes pour engager enfin les politiques publiques à la hauteur de ces enjeux.

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



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



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...



LE CHANGEMENT CLIMATIQUE :

modification des conditions de vie des espèces, en altérant les habitats, perturbant les cycles naturels et aggravant les phénomènes météorologiques extrêmes



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



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

— LES CONSÉQUENCES



75 % DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES

&



40 % DES ÉCOSYSTÈMES MARINS SONT FORTEMENT ALTÉRÉS



1 MILLION

D'ESPÈCES SONT MENACÉES D'EXTINCTION SELON LA LISTE ROUGE DE L'UICN



68 %

DES VERTÉBRÉS SAUVAGES ONT DISPARUS DANS LE MONDE EN 50 ANS



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.

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.



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

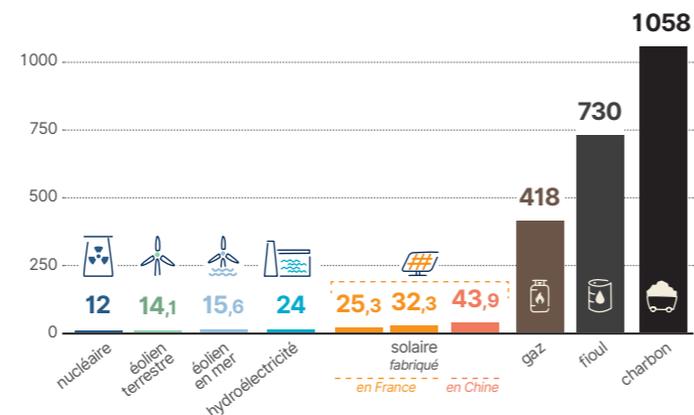


DÉCARBONATION DE L'ÉLECTRICITÉ : produire à partir de sources renouvelables ou bas carbone



ÉLECTRIFICATION DES USAGES

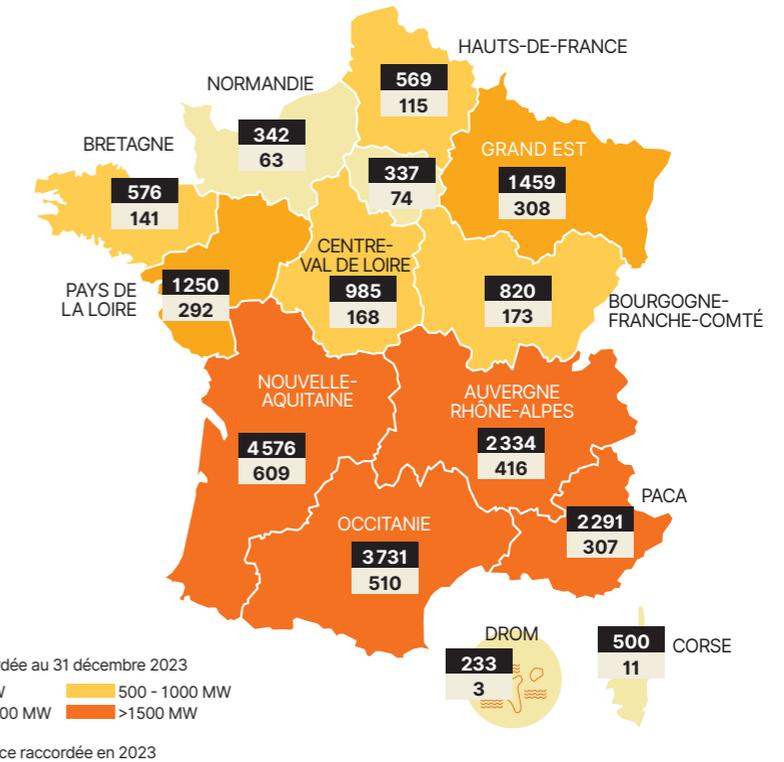
Émission moyennes de gaz à effet de serre selon le type d'énergie en gramme équivalent CO₂ par kWh d'électricité produite



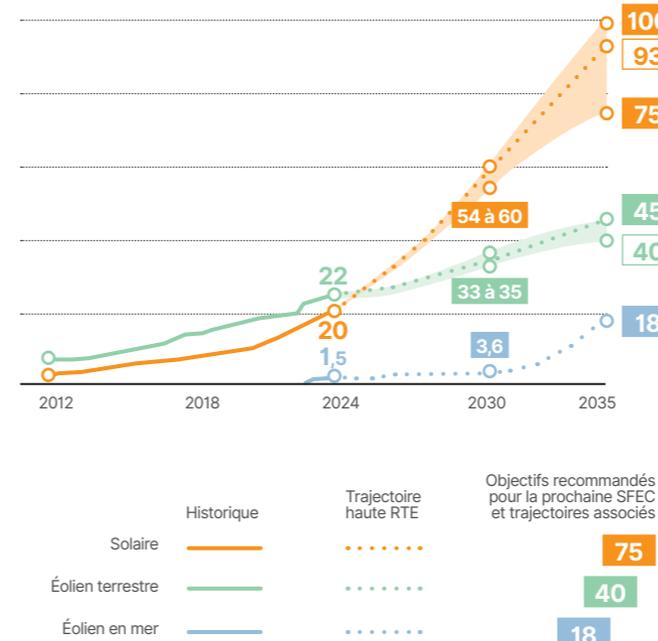
Le photovoltaïque dans le mix électrique français

⚡ CAPACITÉ INSTALLÉE
20 GWC
 DONT 52% PROVENANT DE GRANDES INSTALLATIONS (250 KWC ET PLUS)
+3,2 GW EN 1 AN

⚡ PRODUCTION
22,7 TWH
 SOIT **4,3%** DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ FRANÇAISE



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

- x5** POUR LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- x2** POUR L'ÉOLIEN TERRESTRE
- x12** POUR L'ÉOLIEN EN MER

Les objectifs pour le solaire photovoltaïque correspondent au moins à un rythme de 5,5 Gwc par an, en visant 7 Gwc par an, l'enjeu étant une répartition équilibrée entre centrales au sol (55%), grandes toitures (35%) et résidentiel (10%), en tenant compte notamment des coûts de chacun afin de conserver un coût au MWh à l'échelle du système électrique particulièrement compétitif.

Le photovoltaïque sous toutes ses formes

Plusieurs modes d'installation des panneaux photovoltaïques sont possibles en fonction des surfaces disponibles, des enjeux locaux (environnementaux, patrimoniaux, agricoles...), des objectifs de production, du type de consommation électrique prévue et du coût, apportant chacun ses avantages et ses défis à surmonter.

■ LE PHOTOVOLTAÏQUE EN TOITURE, INTÉGRÉ AUX BÂTIMENTS ET OMBRIÈRES

Les panneaux solaires sur toit sont montés sur les toits des bâtiments résidentiels, commerciaux ou industriels, ainsi que des parkings sous forme d'ombrières, ou directement intégrés dans les structures concernées.

— AVANTAGES

Utilisation d'espaces existants libres ; proximité avec les consommateurs (réduction des pertes dues au transport de l'électricité) ; peu de conflits d'usages et d'enjeux environnementaux ; mode de production propice à l'autoconsommation...

— DÉFIS

Surfaces disponibles limitées et parfois insuffisantes pour répondre à la consommation locale ; adaptation aux contraintes techniques et architecturales parfois complexe ; compatibilité avec les enjeux patrimoniaux à prévoir ; coût au kWh généralement plus élevé



■ LE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL

Les installations photovoltaïques au sol sont des systèmes de panneaux solaires montés directement sur de grandes surfaces, comme des friches, des zones dégradées (ancienne déchetterie, terrain industriel...) ou des surfaces agricoles et naturelles.

— AVANTAGES

Production importante à moindre coût ; optimisation de l'agencement des panneaux (écartement, orientation et inclinaison) pour capter un maximum d'énergie solaire ; possibilité d'utiliser des technologies trackers (suivant la trajectoire du soleil) ; possibilité de valoriser des terrains anthropisés voire pollués...

— DÉFIS

Terrains propices limités ; risque de conflits d'usage ; attention particulière à porter aux impacts environnementaux



■ L'AGRIVOLTAÏSME

Les systèmes agrivoltaïques combinent la production d'électricité à partir de l'énergie solaire avec l'agriculture. Les panneaux sont installés de manière à permettre l'utilisation simultanée de l'espace pour les cultures ou l'élevage (voir p. 40).

— AVANTAGES

Optimisation de l'utilisation des terres grâce au double usage des surfaces agricoles ; protection des cultures face aux aléas climatiques et aux intempéries ; possibilité d'utiliser des technologies trackers ; source d'économies voire de revenus supplémentaires pour l'agriculteur...

— DÉFIS

Enjeux de compatibilité entre les productions agricole et électrique à approfondir ; coût et complexité localement plus importants



■ LE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT

Les installations photovoltaïques flottantes sont montées sur des structures flottantes sur l'eau, généralement les plans d'eau calmes comme les lacs, les étangs et les réservoirs.

— AVANTAGES

Economie d'espace ; peu de conflits d'usages ; meilleur rendement grâce au refroidissement des panneaux par l'eau...

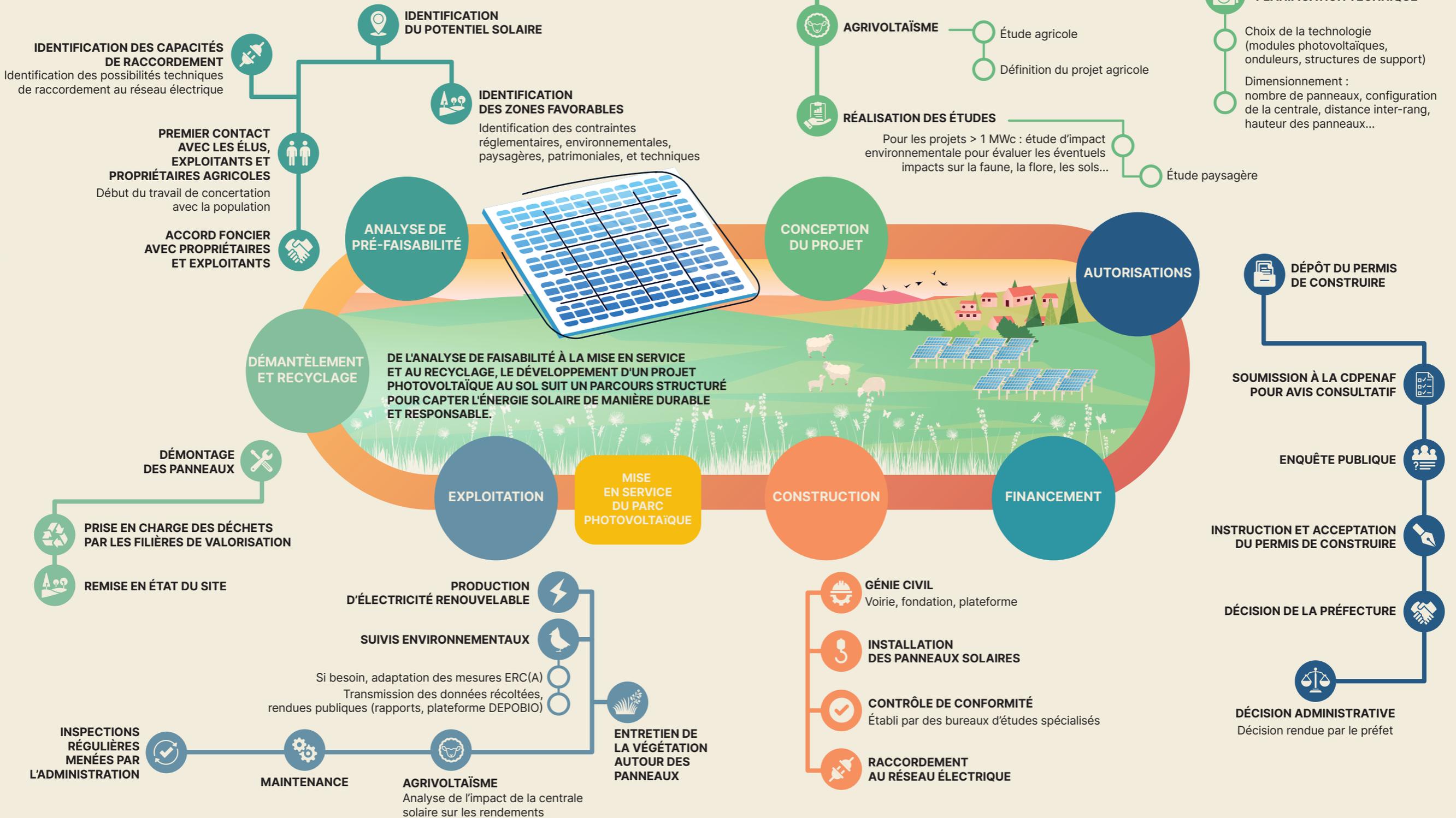
— DÉFIS

Surfaces appropriées limitées ; coûts d'installation et de maintenance plus élevés en raison de l'environnement aquatique ; enjeux environnementaux à approfondir



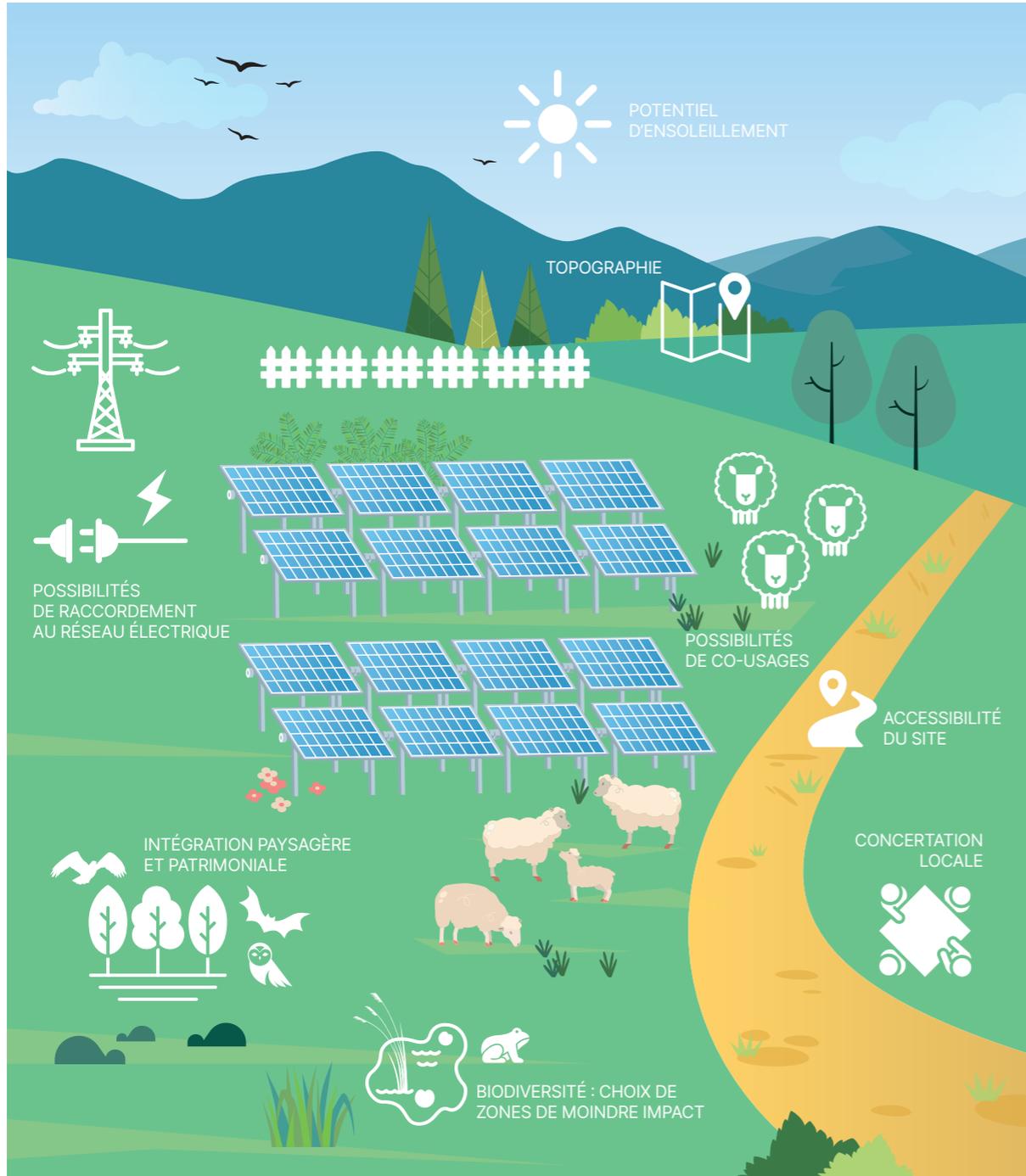
Développer tous les types d'installations photovoltaïques, en veillant à une répartition équilibrée entre centrales au sol et agrivoltaïques (55 % de la capacité installée d'ici 2035), grandes toitures (35 %) et résidentiel (10 %), permet d'optimiser l'utilisation des surfaces disponibles en s'adaptant notamment aux contraintes environnementales et d'optimiser la production d'électricité photovoltaïque à un coût compétitif.

Le déroulement d'un projet photovoltaïque au sol



Les paramètres d'implantation d'un parc photovoltaïque

L'implantation d'une centrale photovoltaïque au sol ne se fait pas au hasard. Plusieurs critères socio-environnementaux sont étudiés finement afin de trouver la zone idéale, puis la configuration adéquate (rangées de panneaux, orientation, hauteur, 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 :

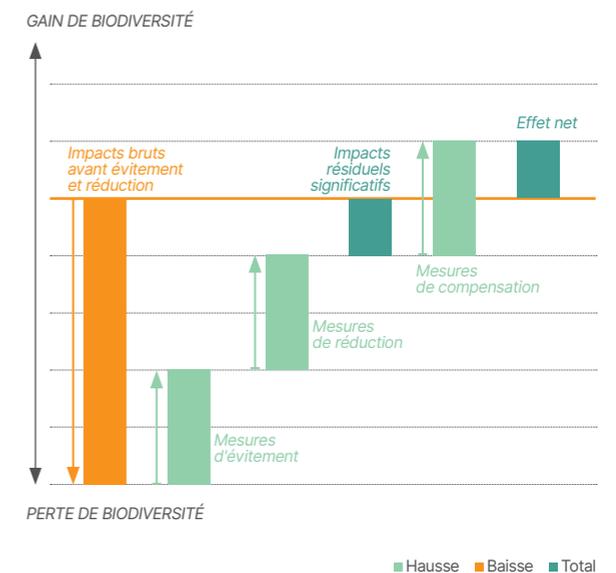


Le respect scrupuleux de l'ordre de ces différentes étapes permet une prise en compte adéquate des enjeux de biodiversité. Chaque porteur de projet est ainsi en mesure de pouvoir justifier de mesures spécifiques correspondant à chaque étape de la démarche ERC.

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. En phase exploitation, des suivis des mesures permettent une gestion adaptative des risques et impacts.

Pour les projets soumis à étude d'impact (au moins 1 MW au sol, en deçà au cas par cas en fonction des enjeux locaux), les conditions de mise en oeuvre des suivis (calendrier, protocole, indicateurs) sont inscrites dans les actes d'autorisation. Les suivis sont proportionnés à la nature et aux dimensions du projet, à l'importance des incidences prévues et à la sensibilité des milieux. Ils permettent ainsi d'évaluer l'efficacité des mesures ERC et de les ajuster si besoin.

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 photovoltaïque
- **EN PHASE D'EXPLOITATION**, en prévoyant dès le développement du projet des mesures évitant d'éventuels impacts du parc en fonctionnement

EXEMPLES

- Privilégier les sites déjà artificialisés (friches industrielles, sites pollués, délaissés routiers...), comme sur les parcs du Fontenet 1, 2 et 3 (BayWa r.e., voir p. 52), implantés sur un ancien camp militaire délaissé depuis 30 ans ;
- Éviter les milieux naturels à forts enjeux de conservation. C'est le cas de la centrale photovoltaïque de Marville (TSE et Enerparc, 55), où les deux tiers des zones à enjeux écologiques forts (principalement des boisements liés aux oiseaux et chiroptères) ont été exclus de l'emprise du projet.

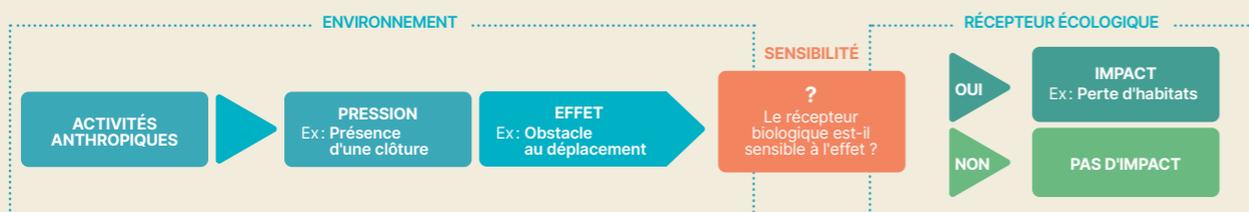
Les mesures de réduction

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

- Créer des gîtes pour les reptiles dans le parc photovoltaïque de Cruis (Boralex, 04) ;
- Conserver des bandes boisées autour de la centrale dans le parc photovoltaïque La Pare du Soleil (Enercoop, 04) ;
- Utiliser des pieux battus pour limiter l'impact des panneaux solaires sur les sols dans les parcs photovoltaïques de Fontenet 1, 2 et 3 (BayWa r.e., 17) ;
- Limiter l'éclairage nocturne durant les phases de travaux et d'exploitation dans le parc photovoltaïque de Logelbach (Volitalia, voir p. 54) ;
- Surélever les clôtures de 10 à 15 cm pour permettre le passage de la microfaune sur le parc de Gramat (CNR, 46).

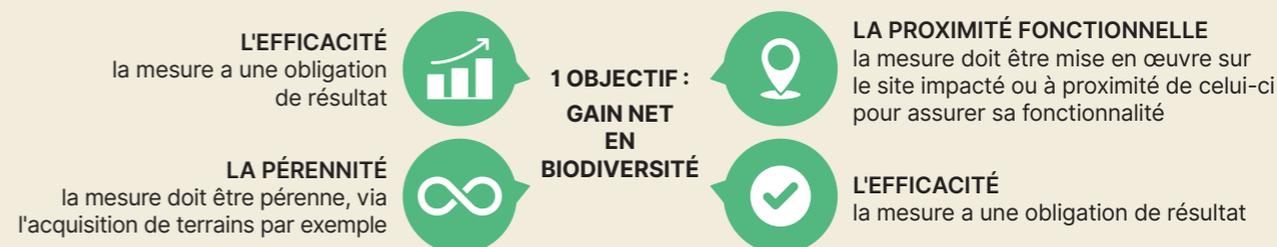
PRESSION, SENSIBILITÉ, IMPACT... QUELLE DIFFÉRENCE ?



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

- Revégétaliser le site et planter des haies bocagères dans le parc photovoltaïque La Pare du Soleil (Enercoop, 04) ;
- Restauration de 173 ha de zones humides à proximité du parc des Lacs médocains, avec la mise en place d'une gestion adaptative et d'un suivi de la faune et de la flore (BayWa r.e., 33).

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 des énergies renouvelables à mettre en œuvre des actions d'accompagnement traduit la bonne volonté des exploitants sur les questions de protection de la biodiversité. En effet, la réalisation de mesures d'accompagnement est facultative, bien que, lorsqu'elles sont inscrites dans le dossier de demande d'autorisation, cela engage le maître d'ouvrage à les mettre en œuvre, comme l'ensemble des mesures mentionnées dans le dossier, reprises ou non dans l'arrêté d'autorisation

— 8 GRANDS TYPES DE MESURES D'ACCOMPAGNEMENT



Le suivi environnemental

Le suivi environnemental est réalisé dans les années suivant la mise en service du parc photovoltaïque, et vise à **comparer des indicateurs à l'état initial réalisé durant l'étude d'impact pour évaluer l'efficacité des mesures ERC mises en œuvre et adapter si besoin la gestion du site.**

Dans le cadre des projets photovoltaïques, l'évaluation des mesures ERC et le suivi des impacts ne sont obligatoires que lorsque le projet implique une dérogation à l'interdiction de destruction espèces protégées (ou « Dérogation Espèces Protégées ») et la mise en œuvre de mesures de compensations.

Pour les projets soumis à étude d'impact (au moins 1 MW pour les centrales au sol, en deçà au cas par cas en fonction des enjeux locaux), les conditions de mise en œuvre des suivis (calendrier, protocole, indicateurs) sont inscrites dans les actes d'autorisation. Les suivis sont proportionnés à la nature et aux dimensions du projet, à l'importance des incidences prévues et à la sensibilité des milieux.

Bien qu'il n'existe pas encore de protocole standardisé de suivi des parcs photovoltaïques, il s'agit le plus souvent de protocoles BACI (Before/After Control Impact) ciblés sur les espèces, les habitats et les fonctions à enjeux.

Les données récoltées lors des suivis, tout comme celles issues des études d'impact, sont déposées dans la base de données nationale DEPOBIO, offrant une vision globale et continue de l'impact des centrales photovoltaïques sur la biodiversité.



3 QUESTIONS À...



Ludivine Doyen
Directrice du Développement
Eolien et Photovoltaïque
Terrestre France et Outre-Mer



Aujourd'hui, la prise de conscience est bien réelle sur les enjeux de biodiversité dans les projets photovoltaïques.



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

Biotope, bureau d'études en ingénierie écologique et protection de la biodiversité, créé en 1993, accompagne depuis plus de vingt ans les porteurs de projets de parcs photovoltaïques. Pour répondre à ces demandes, Biotope propose une prestation sur mesure, modulable, adaptée à chaque projet et associe toujours à chacun d'eux des innovations technologiques. Notre expertise couvre toutes les phases de vie d'un projet : développement (prédiagnostic puis étude d'impact), construction (suivi écologique de chantier) et suivi post implantation (dont la mise en œuvre des mesures compensatoires). Tous les volets environnementaux sont pris en considération : la faune, la flore, les milieux naturels, le paysage, les espaces agricoles, les sols.

Biotope est présent sur tout le territoire pour conseiller ses partenaires tout en s'adaptant aux spécificités de leurs régions administratives. L'accompagnement se fait aussi lors de réunions auprès des services instructeurs, des instances et des comités pour échanger sur le projet afin de concilier préservation de la biodiversité et développement des énergies renouvelables.

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

En vingt ans, cela a complètement changé. Avant, en tant que bureau d'études, nous étions consultés quand le projet était déjà bien défini, souvent l'étude d'impact sur le volet environnement faune/flore ne représentait que quelques pages avec quelques sorties sur le terrain et peu de matériels disponibles. Aujourd'hui, la prise de conscience est bien réelle sur les enjeux de biodiversité, les rapports très volumineux en sont aussi la preuve. Le déroulé de l'étude d'impact est désormais bien plus conséquent. En utilisant du matériel spécifique, sur différentes saisons, et des technologies mises en place comme l'ADN environnemental/l'ADNe par exemple. Les études d'impact prennent davantage en compte les enjeux de

biodiversité et sont devenues plus qualitatives, tout en répondant aux exigences réglementaires.

Comment les suivis environnementaux pourraient-ils être améliorés ?

Notre volonté est avant tout de toujours mieux prendre en considération la biodiversité dans les projets, avec une consultation le plus en amont possible du bureau d'études. Les parcs photovoltaïques peuvent se développer sur une multitude de sites en fonction des stratégies des développeurs (sites dégradés, sites agricoles, délaissés urbains...), apportant ainsi une grande variabilité des espèces inféodées à étudier.

Parmi les axes de travail : le volet d'étude d'impact faune/flore à effectuer systématiquement sur les 4 saisons, avec un nombre minimum de passages pour obtenir une étude de qualité. Rajouter des passages spécifiques au cas par cas selon les enjeux pressentis ou les espèces viendrait renforcer la démarche.

Autre point d'amélioration, une meilleure prise en compte de l'étape charnière à l'issue de l'état initial, avec la définition des enjeux et l'application de la séquence « Éviter Réduire Compenser ». Il faut aussi compter sur l'adaptabilité du développeur à faire évoluer le scénario d'implantation si besoin.

Pour le suivi post implantation, il serait important de le rendre systématique avec un protocole standardisé minimum, par type de parc, et réalisé par un écologue, pour mesurer l'efficacité des mesures pour identifier les éventuels ajustements. Ces suivis permettront aussi de capitaliser les retours d'expériences. Cependant, il semble indispensable de laisser la possibilité au bureau d'études et à l'exploitant de proposer des expertises complémentaires voire la réalisation de tests expérimentaux sur de nouvelles mesures ou des groupes de faune spécifiques ou de nouvelles technologies pour permettre une réponse toujours plus adaptée aux enjeux spécifiques du parc et ainsi de faire évoluer les suivis.

Les effets des parcs photovoltaïques au sol sur l'environnement

Comme toutes les activités humaines, le développement de parcs photovoltaïques au sol exerce des pressions pouvant avoir un impact sur la biodiversité fréquentant les parcs. Cela peut se traduire par une modification des cortèges d'espèces animales et végétales par rapport à ceux initialement présents, pouvant conduire à une évolution des fonctions écologiques voire des services écosystémiques associés. La nature, l'ampleur et la durée de ces modifications varient entre chaque centrale solaire, selon leur situation biogéographique, leurs modalités d'installation et de conception, et l'état initial des milieux naturels équipés.

■ EFFETS SUR LE MICROCLIMAT EN-DESSOUS DES PANNEAUX

L'ombrage offert par les panneaux photovoltaïques **diminue généralement la température de l'air et des sols** en dessous, tout en **augmentant leur humidité**. Si cela peut entraîner une modification du cortège d'espèces végétales, cela permet également d'atténuer les périodes de stress hydrique et thermique lors des périodes estivales les plus chaudes, protégeant les cultures et les plantes sauvages qui y sont abritées. À l'inverse, en hiver, il a été observé que les végétaux situés sous les panneaux sont davantage protégés du gel. **Le parc photovoltaïque offre ainsi une protection contre les événements météorologiques les plus extrêmes** – particulièrement recherchée dans le cas de l'agrivoltaïsme – variable selon la situation biogéographique de la centrale et les choix de conception.

■ EFFETS SUR LES SOLS - Voir p. 36-37.

■ EFFETS SUR LES VÉGÉTAUX

Les pressions exercées en phase de construction (défrichage, terrassement, débroussaillage, etc.) peuvent avoir un impact important sur la végétation ; et ce, sur l'intégralité de l'emprise du site. À l'issue du chantier, les sols qui ont été compactés contribuent en effet à modifier la flore.

Une fois les panneaux installés, l'ombrage résultant de leur couverture peut **limiter l'absorption de lumière** par les végétaux. Cet effet peut être **négatif pour les plantes héliophiles** (aimant de forts ensoleillements), mais **positif pour les espèces sciaphiles** (préférant les milieux ombragés). L'effet d'ombrage **peut être diminué** en augmentant la hauteur des modules et la distance inter-rangs, ainsi qu'en utilisant une technologie « tracker », modifiant l'orientation des panneaux au cours de la journée. Ces variables sont particulièrement étudiées dans le cadre des projets agrivoltaïques, afin de garantir le rendement des cultures sous les panneaux.

La végétation se remet ensuite à pousser d'elle-même, avec tout d'abord des plantes rudérales (espèces pionnières colonisant les milieux perturbés). De nouvelles espèces, présentes ou non avant les travaux, pourront ensuite s'implanter, d'autant plus facilement si des précautions ont été prises durant la conception de la centrale et le chantier. Des **mesures d'entretien ou de revégétalisation** spécifiques peuvent permettre de limiter l'évolution du cortège floristique.

■ EFFETS SUR LA FAUNE SAUVAGE

L'installation de parcs photovoltaïques peut venir **altérer les habitats des espèces initialement présentes**. La centrale clôturée (voir p. 38), voire simplement les rangées de panneaux, peuvent devenir un obstacle pour certaines espèces, ou représenter un **moindre intérêt pour les déplacements, l'alimentation et la reproduction**. À l'inverse, en délimitant un espace peu fréquenté, la centrale solaire peut participer à un « **effet réserve** », favorable à certaines espèces (notamment les araignées et les coléoptères) qui y trouvent un refuge favorable à leur développement. Cette modification est d'autant plus forte si les écosystèmes sont initialement riches et fonctionnels, et dépend largement des modalités de conception du projet.

Les effets sur les communautés d'insectes, d'oiseaux et chauves-souris, précieux pour les milieux naturels et les cultures, **sont encore méconnus mais de plus en plus étudiés** (voir p. 28 à 31). Les centrales solaires peuvent créer des conditions défavorables aux espèces de forêts et de lisières, mais représenter un attrait pour celles inféodées aux milieux ouverts.

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation, liées à des leviers agroécologiques dans le cas de l'agrivoltaïsme, permettent de **préserver les habitats les plus riches et d'en créer ou recréer de nouveaux** (mares, pelouses haies, etc.). Par exemple, l'installation de bandes fleuries offrent pour les insectes – et par extension, leurs prédateurs – de nouvelles ressources adjacentes au parc.

■ EFFETS SUR LA FAUNE DOMESTIQUE

Dans le cas de l'agrivoltaïsme sur des parcelles d'élevage (bovin, ovin, volaille...), ou simplement sur les centrales solaires entretenues par pâturage (généralement ovin), **les panneaux photovoltaïques offrent un abri aux animaux** pour se reposer ou se protéger contre les événements météorologiques extrêmes.

» L'installation de centrales photovoltaïques au sol peut entraîner une modification des écosystèmes locaux, favorables à certaines espèces et défavorables à d'autres. L'étude d'impact environnemental menée au cas par cas permet d'identifier pleinement les effets positifs et négatifs sur chaque compartiment de la biodiversité, et donc les choix de conception de la centrale les mesures ERC(A) à mettre en place.

— BONNES PRATIQUES



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



RENDRE LA CLÔTURE PERMÉABLE à la petite faune



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



ENTREtenir LE PARC PAR UNE GESTION EXTENSIVE (fauche ou pâturage)



RÉALISER LES CHOIX DE CONCEPTION ET DE TECHNOLOGIE AU REGARD DES ENJEUX LOCAUX : hauteur des panneaux, distance inter-rang, panneaux fixes ou trackers...

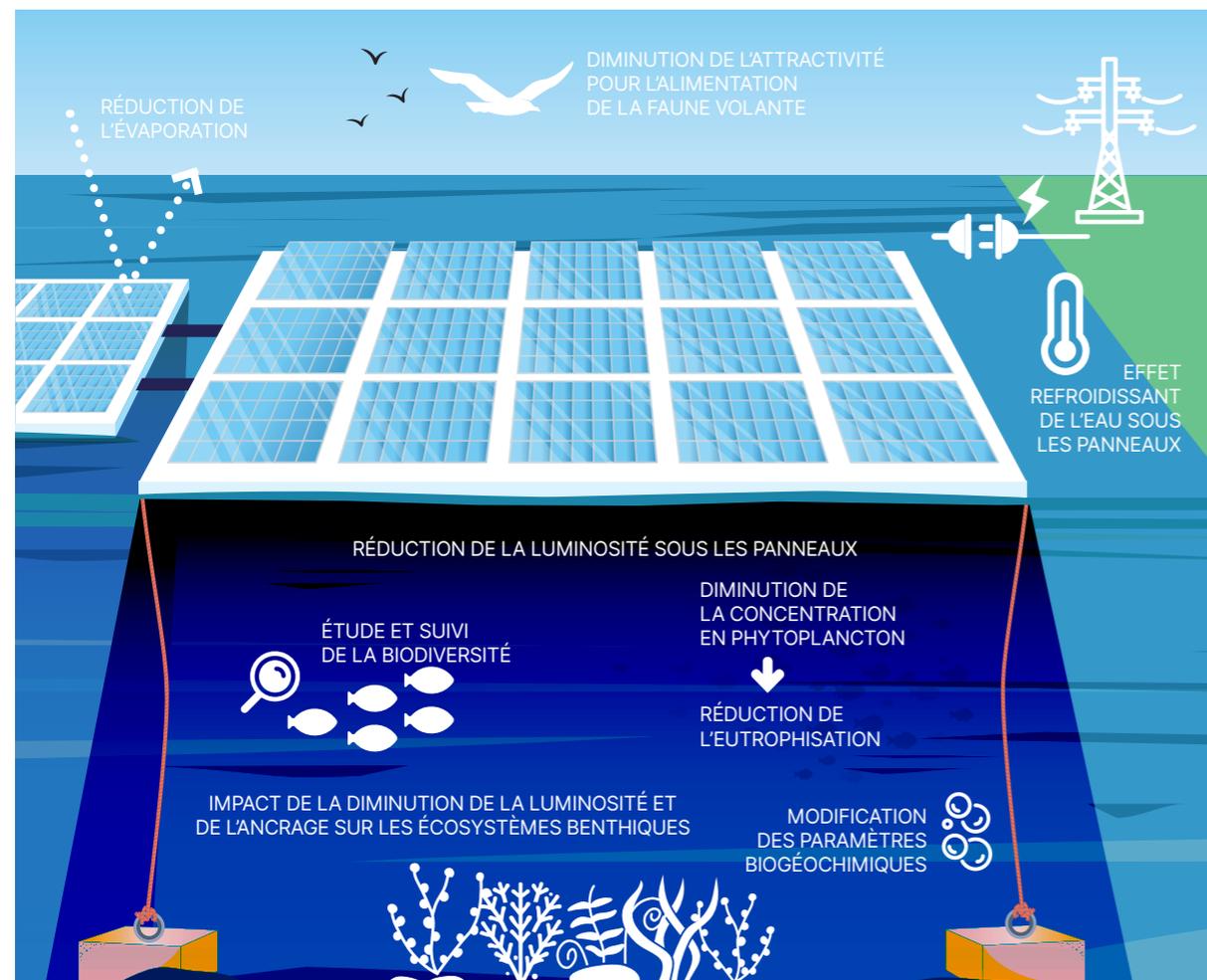


RÉALISER DES SUIVIS RIGoureux pour s'assurer de l'efficacité des mesures mises en place

Les effets des parcs photovoltaïques flottants sur l'environnement

Les parcs photovoltaïques flottants représentent un marché émergent en France. Les panneaux sont montés sur des flotteurs installés sur des plans d'eau, souvent artificiels et peu ou pas exploités. Ces installations offrent généralement un **rendement énergétique supérieur** (jusqu'à +10%), grâce à des conditions favorables telles qu'une topographie plane, le refroidissement des panneaux par l'eau et l'absence d'ombre. Bien que leur coût soit plus élevé, elles représentent une opportunité intéressante pour développer le photovoltaïque **sans entrer en concurrence avec les écosystèmes terrestres ou les terres agricoles**.

— INTERACTIONS POTENTIELLES ENTRE LES CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES FLOTTANTES ET L'ENVIRONNEMENT



» Les effets potentiels des centrales photovoltaïques flottantes varient considérablement en fonction des caractéristiques des plans d'eau et des choix de conception, notamment le taux de couverture par les panneaux. Parmi les impacts positifs, on peut citer la **réduction de l'évaporation** et la **limitation de l'eutrophisation**. Plusieurs programmes de recherche sont actuellement menés pour mieux comprendre les impacts sur les différents compartiments physiques et biologiques.

Les effets des panneaux photovoltaïques sur toitures et ombrières sur l'environnement

Lorsqu'ils sont implantés sur des toitures existantes ou sur des surfaces imperméabilisées (parking, tarmac, etc.), les panneaux photovoltaïques engendrent **peu ou pas d'impacts sur la biodiversité**, tant en phase de construction, d'exploitation et que de démantèlement. Une attention particulière doit toutefois être portée aux **espèces inféodées au bâti** (chauves-souris, hirondelles, martinets, passereaux...), qui apprécient les cavités et anfractuosités existantes dans les toitures que les panneaux solaires pourraient couvrir. **La végétalisation d'une toiture** peut représenter un plus grand intérêt pour la biodiversité, en fonction de sa structure, de son orientation, de sa superficie et des obstacles aux rayonnements lumineux.

» Comme pour les parcs photovoltaïques au sol, flottants ou agrivoltaïques, un raisonnement au cas par cas doit être appliqué afin de choisir le type d'aménagement adéquat.

■ Pourquoi le photovoltaïque n'est-il pas uniquement installé sur toitures ?

Si les installations en toiture et ombrières ont indéniablement des avantages grâce à leur absence d'impact environnemental, elles ne peuvent suffire à atteindre les objectifs. Le gisement est encore mal quantifié, car fortement dépendant de plusieurs contraintes :



Contraintes techniques et architecturales : orientation inadaptée, nécessité de renfort de la structure, changement de l'étanchéité ou de la couverture, présence d'obstacles au rayonnement lumineux (cheminées), refus des assurances...



Difficulté à trouver et financer un raccordement au réseau électrique



Présence dans un périmètre de patrimoine protégé : difficulté à trouver un compromis satisfaisant, en particulier en zone protégée au titre du patrimoine et/ou des paysages (20% des bâtiments et 10% des parkings) où l'avis conforme des Architectes des Bâtiments de France (ABF) est requis



Démarches administratives multiples, parfois redondantes et longues, pouvant décourager les sociétés et particuliers souhaitant solariser leurs toitures



Notamment en raison de ces contraintes, **un coût au MWh généralement plus élevé** (< 80 €/MWh pour les centrales au sol, autour de 100€/MWh pour les grandes toitures, à partir de 110€/MWh pour les petites toitures)

» Si le photovoltaïque sur toitures doit être déployé partout où c'est possible, il ne peut répondre seul aux objectifs de développement de cette énergie. Les installations photovoltaïques au sol, notamment pour des raisons de coût permettant de fournir une électricité moins chère au consommateur, seront donc indispensables.



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...



Véronique de Billy
Coordinatrice « Énergies renouvelables et Biodiversité »



La connaissance des impacts du photovoltaïque sur la biodiversité et les solutions pour y remédier est en plein essor.



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

En tant qu'établissement public sous tutelle du Ministère de la Transition écologique, les missions de l'OFB sont dédiées à la préservation de la biodiversité, en métropole et dans les Outre-mer, via des missions de police de l'environnement, de connaissance et d'expertise, de gestion et restauration des espaces protégés ou encore la mobilisation des acteurs et des citoyens aux enjeux liés à la biodiversité.

Concernant les énergies renouvelables, notre mission est d'accompagner l'État dans la recherche et la mise en œuvre de solutions de conciliation du mix énergétique en y incluant la préservation de la biodiversité. Pour ce faire, nous développons plusieurs types d'actions, comme le développement d'une connaissance scientifique et technique robuste des impacts des EnR sur la biodiversité et les solutions pour y remédier. Cela permet d'accompagner l'ensemble de la chaîne d'acteurs, qu'il s'agisse des financeurs, des collectivités territoriales, des maîtres d'ouvrages, des services de l'État, des ONG, des citoyens, etc., dans la bonne compréhension de cette problématique et dans sa prise en compte à tous les stades du cycle de vie des projets. L'objectif est d'arriver à développer des projets d'énergie renouvelable de moindre impact pour la biodiversité, les sols, l'eau et les paysages.

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

L'Observatoire vise à éclairer le débat public et les décisions politiques en matière de développement des énergies renouvelables. Trois grands axes de travail sont prévus dans la loi APER et le Décret :

- 1) réaliser un état des lieux de la connaissance des incidences des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages et des solutions de remédiation possibles, des moyens d'évaluation de ces incidences et des moyens d'amélioration de cette connaissance ;

- 2) développer des expertises scientifiques collectives (ESCO) et études ciblées sur des problématiques en particulier ; et 3) transférer la connaissance via un centre national de ressources. Il s'agit pour ce dernier de mettre à disposition auprès de l'ensemble de la chaîne d'acteurs, et de manière claire, accessible et objective, le savoir scientifique et technique ainsi acquis.

◉ Quels sont les principaux leviers d'étude restant à actionner sur le photovoltaïque ?

Concernant la filière solaire photovoltaïque, la connaissance de ses impacts sur la biodiversité et les solutions pour y remédier est actuellement en plein essor à l'international. Des résultats et propositions issus de la recherche scientifique sont publiés presque tous les mois. Des premières approches visant à définir les principes de l'écovoltaïsme sont proposées. En parallèle en France, les règles définissant les conditions d'installation et de conception des parcs solaires évoluent, certaines visant à favoriser un co-usage avec l'agriculture, d'autres à limiter les risques incendies, le fractionnement des milieux naturels, etc. Aussi, les besoins de précisions relatifs à la prise en compte de l'ensemble de ces enjeux et contraintes ne manquent pas.

Toutefois, parmi les sujets que nous considérons comme prioritaires, on retrouve ceux visant à préciser les modalités techniques d'écodesign des parcs, et ce, tant en termes de surface maximale, que de plan de masse, de densité et de type de panneaux solaires, etc., le but étant d'arriver à optimiser la production d'énergie, tout en maintenant des conditions d'habitats favorables à certaines espèces végétales et animales et aux fonctions écologiques associées – cas des insectes pollinisateurs ou des chauves-souris, régulatrices de certains insectes ravageurs par exemple.

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

Photovoltaïque, biodiversité et recherche : la science en pleine ébullition

À la différence d'autres d'énergies renouvelables comme l'éolien et l'hydroélectricité, le monde scientifique a commencé très récemment à s'intéresser aux effets des centrales photovoltaïques sur la biodiversité. De nombreux programmes de recherche ont été lancés ces dernières années, quadrillant une grande variété de taxons et d'effets potentiels. Le défi est désormais pour la science de produire rapidement de nouvelles connaissances et des recommandations accompagnant le développement croissant de nouvelles centrales.

Existing evidence on the effects of photovoltaic panels on biodiversity: a systematic map with critical appraisal of study validity

(Laffite, Sordello, Ouédraogo et al., 2023)

L'Unité d'Appui et de Recherche PatriNat a publié une carte systématique dressant un **panorama de la littérature traitant des effets des panneaux photovoltaïques sur la biodiversité**, publié dans la revue *Environmental Evidence*. Une analyse critique des publications a été menée pour associer chaque étude à un risque éventuel de biais. Au terme de la recherche bibliographique et des phases de tri, 97 articles ont ainsi été collectés. Ces études traitent en majeure partie des **effets des installations photovoltaïques sur les communautés végétales et sur les communautés d'arthropodes**. L'article conclut sur **l'urgence de mener davantage d'études**, en particulier sur certaines espèces animales très peu considérées, notamment les mammifères dont les chiroptères, sur certaines technologies telles que les panneaux solaires thermiques et les centrales photovoltaïques flottantes et, enfin, sur les techniques de gestion mises en œuvre au sein des centrales photovoltaïques.

REMEDE : REseaux d'interactions et Multifonctionnalités Ecologiques : DEveloppement et validation de deux approches complémentaires d'intégration environnementale pour une énergie photovoltaïque vertueuse

(2022 – 2026) – IMBE, CEFE-CNRS, ECOMED

Le projet REMEDE vise à **évaluer scientifiquement les impacts du photovoltaïque sur les sols et les fonctions écologiques** et à définir des **stratégies de gestion du couvert végétal**. Il se concentre sur l'étude des interactions entre différentes espèces (décomposeurs, plantes, pollinisateurs) et les fonctions écologiques résultantes, telles que la pollinisation, la dispersion des graines, la régulation des populations de parasites et la séquestration de carbone. L'objectif principal est de développer des approches innovantes pour analyser ces réseaux complexes et d'élaborer des stratégies de gestion durable des écosystèmes au sein des centrales photovoltaïques. En intégrant des données sur les interactions écologiques et leur rôle dans le fonctionnement de l'écosystème, REMEDE cherche à **fournir des outils pour promouvoir à la fois la biodiversité et la résilience écologique**. Ce projet est mené sur deux régions biogéographiques : Sud-Est et Sud-Ouest de la France.

— 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)

SOLAKE : Effets des centrales PV flottantes sur la biodiversité aquatique et le fonctionnement des écosystèmes lacustres

(2023 – 2026) – Université Toulouse 3 et CNRS, avec ADEME et OFB

Les installations solaires placées sur des plans d'eau offrent une alternative pour produire de l'énergie renouvelable sans occuper de terres agricoles ou naturelles. Cependant, leur impact sur les écosystèmes aquatiques reste peu étudié. SOLAKE vise à combler cette lacune en évaluant **comment ces structures influencent la qualité de l'eau, les cycles biogéochimiques, et les communautés d'organismes aquatiques**, incluant les plantes, les poissons et les micro-organismes. En combinant des approches expérimentales et des modélisations, le programme cherche à identifier les avantages et les leviers d'amélioration des centrales PV flottantes, afin de guider leur développement de manière durable et respectueuse de l'environnement.

Appel à projets ENVOLtaïque 2024 : Préciser les incidences des parcs photovoltaïques terrestres sur les communautés d'oiseaux

(2024 – 2030) – ADEME et OFB

Cet appel à projet intervient après un premier appel à projets consacré à la région Sud-Est sur l'évolution des communautés d'oiseaux et effets des modalités de conception (2024 – 2029) réalisé par Auddicé, avec l'ADEME, l'OFB et le MNHN (voir p. 28).

Les objectifs du programme sont de **caractériser l'évolution sur cinq ans des communautés d'oiseaux à l'échelle de chaque parc photovoltaïque étudié**, et d'évaluer, à large échelle, **les effets de différentes modalités de conception des parcs photovoltaïques** sur cette évolution, en s'appuyant sur des suivis standardisés et répliqués. Cela permettra de préciser les liens entre la conception des parcs et les communautés d'oiseaux qu'ils hébergent. Le programme vise également à initier une dynamique de suivi basée sur des outils robustes, que les exploitants de parcs photovoltaïques pourront maintenir au-delà de la durée de l'appel à projets (AAP), en utilisant des financements en régie ou en collaboration avec des partenaires. Enfin, il cherche à générer des retours d'expérience profitables à l'ensemble des exploitants de parcs photovoltaïques, tant pour les méthodes et indicateurs de suivi que pour les modalités de conception.

Hydrindic EnR : Suivi et évaluation des impacts indirects potentiels de projets photovoltaïques au sol sur les zones humides (2024 – 2027) – INRAE, avec Soltis Environnement, Biotope, UAR Patrinat et OFB

Cette étude, faisant suite aux projets Hydrindic 1 et 2, s'appuie sur deux protocoles de suivi :

- Un protocole piézométrique, visant à étudier **les effets des centrales photovoltaïques sur le fonctionnement hydrologique des zones humides** : augmentation, réduction ou rupture de l'alimentation en eau, effet drainant, etc.
- Un protocole biogéochimique, afin de caractériser **les effets des centrales photovoltaïques sur les propriétés et les fonctions des sols** : densité apparente, part de carbone organique, potentiel de dénitrification...

En étudiant une quinzaine de sites avec des zones témoins pendant 2 à 3 ans, Hydrindic EnR permettra de **caractériser finement les impacts potentiels des parcs photovoltaïques sur les zones humides**.

AUTRES ÉTUDES EN COURS

SOLFLUX (Effets des panneaux Solaires flottants sur les flux de Matière à l'interface Aquatique-Terrestre), **Chirotaïque** (Étude de l'impact des centrales photovoltaïques au sol sur les chiroptères), **Polymor-FENCE** (Polymorphisme de clôtures de centrales photovoltaïques, fragmentation des espaces naturels et continuités écologiques), etc...



Envoltaïque : des projets à long terme pour évaluer l'impact des centrales photovoltaïques au sol sur l'avifaune

Dans le cadre de la feuille de route commune entre l'ADEME et l'OFB sur les impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, il a été identifié le besoin de caractériser et quantifier les incidences des parcs photovoltaïques au sol sur les communautés d'oiseaux, ainsi que de proposer des solutions de remédiation. Pour cela, deux appels à projets nommés « Envoltaïque » ont été lancés successivement en 2023 et 2024.

— OBJECTIFS DES ÉTUDES



Caractériser l'évolution sur 5 ans des communautés d'oiseaux à l'échelle de chaque parc photovoltaïque étudié



Initier une dynamique de suivi basée sur des outils robustes



À large échelle, évaluer les effets de différentes modalités de conception des parcs photovoltaïques sur cette évolution



Générer des retours d'expérience, tant pour les méthodes et indicateurs de suivis que sur les modalités de conception

ENVOLTAÏQUE SUD-EST (2024-2028)

Ce premier projet est piloté par le bureau d'études Auddicé, le Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation (CESCO) du MNHN et l'OFB, avec de nombreux partenaires techniques et financiers dont France renouvelables. Il vise à déterminer comment les panneaux solaires installés dans des habitats boisés (forêts, garrigues) pourraient affecter les communautés d'oiseaux en utilisant la bio/éco-acoustique. Il se base pour cela sur un échantillon de 20 parcs photovoltaïques dans le quart Sud-Est de la France. Pour chacun d'entre eux, des points d'écoute sont positionnés au centre et au bord du parc, ainsi que dans un site contrôle en habitat boisé à proximité.

Différents indicateurs caractéristiques de la richesse et de la diversité de l'avifaune seront étudiés afin de déterminer l'effet des parcs photovoltaïques au sol et de leurs différentes modalités de conception (taille de la centrale, distance inter-rang...) sur les oiseaux dans le contexte boisé du Sud-Est de la France.

» En 2024, un second appel à projets Envoltaïque a été lancé par l'ADEME et l'OFB, afin notamment de couvrir l'ensemble de la métropole et de tester plus finement les modalités de conception des parcs. Le projet sélectionné débutera en 2025, pour des résultats connus en 2029.



3 QUESTIONS À...



Camille Leroux
Responsable
Recherche &
Développement



La mise en place d'une organisation rapide entre industriels et chercheurs permettra de fluidifier la recherche.



En quoi consiste le programme ENVOLTAÏQUE Sud-Est ?

Le projet ENVOLTAÏQUE Sud-Est a pour objectif d'évaluer les effets potentiels des centrales photovoltaïques au sol (hors agrivoltaïque) – et leur évolution dans le temps – sur les communautés d'avifaune. Ce projet se déroule dans le quart Sud-Est de la France et ne concerne que des centrales situées en milieux semi-fermés à fermés (forêts, garrigues). Plus spécifiquement, l'objectif d'ENVOLTAÏQUE Sud-Est est de tester l'effet de deux modalités de conception : la distance inter-rang ainsi que la taille du parc, afin de pouvoir faire des préconisations en lien avec ces modalités. Un second objectif est d'évaluer l'effet de l'âge des parcs afin de déterminer si l'on observe, selon les espèces, des phénomènes d'habituation ou au contraire un décalage dans le temps de la réponse à l'installation d'une centrale photovoltaïque. L'étude de cet aspect temporel me paraît indispensable puisque nous ne cherchons pas à limiter les impacts à court terme mais bien à long terme. Il faut donc pour cela connaître ces impacts et leur potentielle évolution dans le temps. Ce programme est basé sur des suivis acoustiques passifs ainsi que sur des points d'écoute. Les suivis acoustiques serviront également de base pour explorer les communautés d'orthoptères dans les centrales photovoltaïques au sol.

Que peut-on attendre de cette étude et de autres études « ENVOLTAÏQUE » ?

Les études du programme ENVOLTAÏQUE pourront permettre de faire des préconisations en termes de conception des centrales photovoltaïques au sol, de mieux comprendre et anticiper les effets potentiels de ces centrales sur l'avifaune et ce à une échelle temporelle de 5 ans, et de proposer des méthodologies d'inventaires basées sur l'acoustique passive.

Quels seraient les autres axes de recherche prioritaires à mener sur la thématique du photovoltaïque et de la biodiversité ?

Difficile de choisir ! Il me semble important que la priorité se porte sur l'évaluation de l'impact des modalités de conception « irréversibles » et sur la planification car, si changer la technologie d'un panneau paraît réalisable, récupérer de la qualité et

des fonctionnalités sur un habitat/sol dégradé par les centrales paraît plus compliqué. Il me semble donc prioritaire de déterminer l'effet sur les écosystèmes de la taille des parcs, de l'arrangement spatial des panneaux (disposition des rangées de panneaux, distance inter-rang) et de l'effet cumulé des centrales photovoltaïques – mais aussi d'autres d'infrastructures – dans le paysage.

Dans un second temps, il sera bien sûr pertinent d'évaluer l'effet de technologies spécifiques des panneaux (ex : panneaux fixes, trackers, verticaux) afin d'aller vers une réduction des impacts encore plus fine. Comme sur les autres thématiques, il faut d'abord dégrossir : quels sont les impacts majeurs ? Quels taxons concernent-ils ? À quelle échelle spatiale ? Pour ensuite pouvoir affiner cette connaissance des impacts : ces impacts varient-ils selon le contexte paysager, le contexte saisonnier, ou au cours du temps ? Quels sont les mécanismes sous-jacents ? En particulier, il me semble qu'il ne faut pas négliger l'impact sur la végétation, les insectes ou sur les milieux aquatiques en général, l'ombrage pouvant être une source de perturbation particulièrement importante pour ces compartiments de la biodiversité.

En parallèle, sur le volet organisationnel, il semble nécessaire qu'une organisation rapide (déjà amorcée) se mette en place entre industriels et chercheurs pour faciliter la mise à disposition de sites d'étude et le partage de données. Cela permettra de fluidifier la recherche mais également d'archiver les pratiques existantes et se mettre rapidement d'accord sur des protocoles standardisés et robustes pour une meilleure évaluation des impacts. Enfin, une mise en relation entre chercheurs en amont même des réponses à des appels à projets de recherche (APR) permettrait également de mutualiser des sites d'étude et de capitaliser sur le travail réalisé (recherche de sites et caractéristiques) ainsi que potentiellement faire le lien entre des taxons (exemple : étude simultanée des chiroptères et des insectes, permettant de tester l'hypothèse d'un effet qui serait en fait dû à la proie/au prédateur). Ce dernier point devrait être facilité par la mise en place de l'Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité.

PV-Chiros : mieux intégrer les enjeux chiroptères sur les centrales photovoltaïques au sol

— OBJECTIFS DE L'ÉTUDE



Mieux comprendre les effets des centrales photovoltaïques au sol sur les chiroptères



Produire des recommandations pour une meilleure prise en compte de ces espèces tout au long du cycle de vie d'une centrale

— DEUX PROTOCOLES D'ÉTUDES POUR RÉPONDRE À DEUX QUESTIONS

Les parcs photovoltaïques réduisent-ils l'activité des chauves-souris par rapport aux autres habitats ?

▶ Étude de l'activité par acoustique à l'intérieur des parcs PV et dans le paysage environnant

Les panneaux photovoltaïques modifient-ils le comportement de vol des chauves-souris en zones ouvertes ?

▶ Étude de trajectographie 3D au sein de parcs PV et de sites témoins



RÉSULTATS

- Moins d'activité dans les parcs par rapport aux autres habitats ; l'activité diminue quand on se rapproche du cœur de la centrale
- Le design des centrales et les technologies employées peuvent jouer un rôle sur les effets observés
- Le comportement de vol de plusieurs espèces/guildes de chauves-souris est impacté par la présence de parcs photovoltaïques : cela suggère une réduction de l'activité de chasse sur les centrales



RECOMMANDATIONS

- Élaborer un protocole d'étude d'impact et de suivi standardisé au niveau national
- Prendre en compte la fonctionnalité des habitats intra- et extra-parc dès la conception des projets et éviter au maximum les habitats naturels
- Assurer une gestion de la végétation intra-parc la plus adaptée possible

— PERSPECTIVE



Nécessité d'approfondir les études sur les effets cumulés, la prise en compte des connectivités paysagères, les effets des modes de gestion de la végétation, du design du parc et des types de panneaux

PROJET PORTÉ PAR



Agir pour la biodiversité

CO-FINANCEURS



APPUI SCIENTIFIQUE



> À retrouver dans le guide technique

3 QUESTIONS À...



Vivien Chartendault

Directeur territorial de la LPO
Auvergne-Rhône-Alpes,
co-animateur du projet PV-Chiros



Agir pour la biodiversité



Une des vertus du projet PV-Chiros a été de créer et entretenir une passerelle entre le monde naturaliste et celui du développement des ENR.



◉ D'où est venue l'idée du projet PV-Chiros ?

En 2021, la CNR a consulté la LPO suite à des suivis montrant que les chauves-souris fréquentaient un parc photovoltaïque dans la vallée du Rhône, sans permettre de conclusions claires. Ensemble, nous avons envisagé un projet de recherche pour élargir l'analyse au-delà de ce parc.

Ainsi, le projet PV-Chiros a été initié par la volonté partagée de mieux comprendre les interactions entre les centrales photovoltaïques (CPV) et les chauves-souris. Il est né d'un constat : le manque de connaissances scientifiques limite la compréhension des enjeux lors de la conception des projets et donc l'efficacité des mesures pour réduire les impacts sur ces espèces.

La CNR et la LPO AuRA ont donc lancé en 2022 ce projet de recherche avec l'OFB et le MNHN pour mieux comprendre les impacts des centrales photovoltaïques sur les chauves-souris et formuler des recommandations pour leur prise en compte à chaque étape du cycle de vie d'une centrale.

◉ Quelles sont les principaux résultats obtenus par cette étude ?

Les principaux résultats montrent que :

1. L'activité des chauves-souris est réduite au cœur des centrales photovoltaïques par rapport à la périphérie et les habitats naturels avoisinants. Cela affecte plusieurs espèces, y compris des espèces généralistes comme les pipistrelles, connues pour s'adapter aux environnements modifiés.
2. Les CPV offrent un habitat de chasse moins favorable aux chauves-souris probablement en raison de la diminution des ressources alimentaires (insectes) et de leur déconnexion avec les habitats favorables environnants. La baisse de l'attractivité des centrales pour la chasse est un facteur déterminant pour expliquer la moindre activité observée.
3. La conversion d'une zone favorable aux chauves-souris en centrale photovoltaïque entraîne une perte de capacité d'accueil pour ces espèces, nécessitant

de parcourir de plus grandes distances pour trouver des zones de chasse optimales.

◉ Quelle serait la suite à donner à ce projet ?

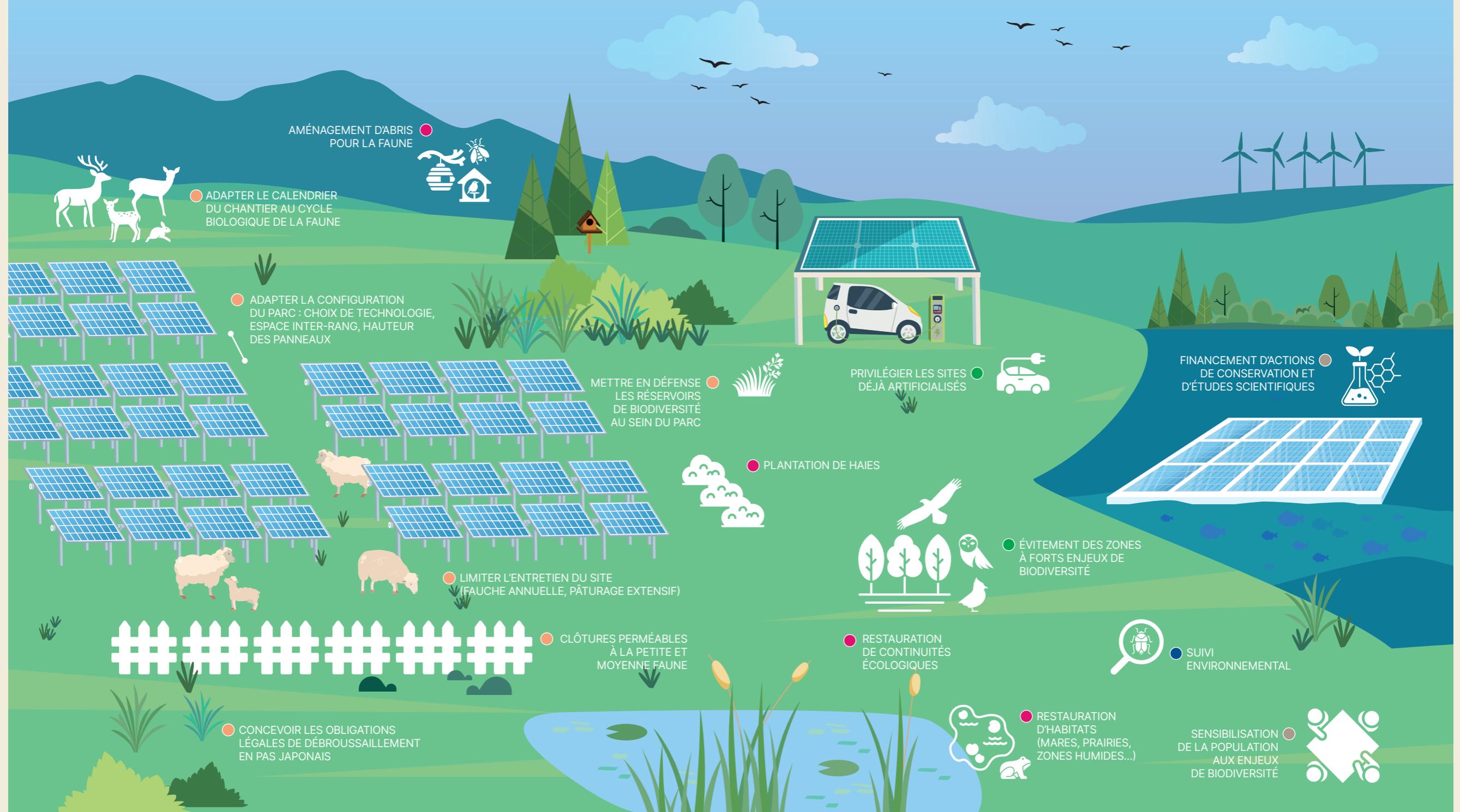
Les prochaines étapes pour le projet PV-Chiros incluent plusieurs recommandations visant à mieux intégrer la protection des chauves-souris dans les projets photovoltaïques :

1. Éviter l'installation des CPV dans des habitats naturels propices aux chauves-souris, tout particulièrement les zones humides, les forêts et lisières forestières, les bords de cours d'eau ou les prairies semi-ouvertes. Cela permet de minimiser la perte d'habitats de chasse.
2. Reconstituer des habitats favorables afin de recréer des corridors et soutenir la population d'insectes, qui sont des proies essentielles pour les chauves-souris.
3. Lancer des études complémentaires pour mieux quantifier l'impact des centrales photovoltaïques sur les populations de chauves-souris, notamment en intégrant plus d'informations sur le design et les modes de gestion des parcs mais aussi en abordant les notions de planification territoriale.
4. Protocole d'étude d'impact : nous avons élaboré une proposition de protocole d'étude d'impact pour que toutes soient en mesure d'évaluer correctement et de manière standardisée les enjeux chauves-souris dans le cadre des études de projets de CPV. Il pourra également servir de base à des suivis à long terme intégrant des zones témoins.
5. Poursuivre le dialogue : une des vertus du projet PV-Chiros a été de créer et entretenir une passerelle entre le monde naturaliste et celui du développement des ENR, passerelle vitale pour sortir d'une opposition de principe sur certains projets.

Ces différents points aideront à limiter les effets négatifs des CPV tout en contribuant à la protection des chauves-souris.



La biodiversité au cœur des projets photovoltaïques



La biodiversité au cœur du système électrique renouvelable et pilotable

PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



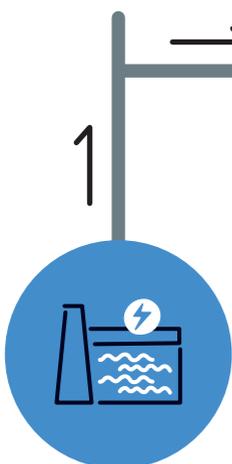
ÉOLIEN EN MER



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.

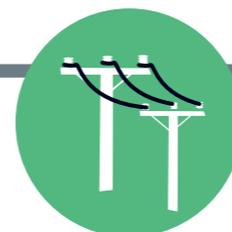
Le développement d'unités de stockage par batteries suit la **même réglementation environnementale** que les autres projets d'aménagement du territoire et offrira de **nouvelles possibilités de financement de mesures en faveur de la biodiversité.**



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.**

Les terrains dégradés : une opportunité indispensable mais limitée

Un terrain est dit dégradé lorsqu'il a perdu sa valeur agricole ou écologique en raison de diverses activités humaines, comme l'exploitation minière, l'enfouissement de déchets ou la pollution industrielle. Ces terrains sont désormais inutilisables pour l'agriculture ou d'autres types de développement, en raison de leur forte artificialisation voire de leur pollution. Cependant, ils peuvent être adaptés à l'installation de panneaux photovoltaïques.

— LES FRICHES : UN INTÉRÊT CERTAIN MAIS UN POTENTIEL LIMITÉ

Une friche désigne un espace qui a été abandonné ou laissé sans entretien, souvent après une utilisation agricole, industrielle ou urbaine. Elle peut être envahie progressivement par la végétation spontanée et les espèces animales, créant un écosystème spécifique.

Le dispositif *Cartofriches*, conçu par le Cerema à la demande du ministère de la Transition Écologique, en recense un peu moins de 10 000, dont plus de la moitié a déjà été reconvertie ou fait l'objet d'un projet de revalorisation. Les 4 900 friches libres de tout projet représentent cependant un potentiel brut à nuancer. En effet, près de 2/3 des surfaces sont inférieures à seulement 1 ha (et 1/4 inférieure à 0,2 ha), et de nombreuses contraintes de pollution des sols, de biodiversité, de topographie et de raccordement, ainsi que de concurrence pour la maîtrise foncière, rendent la majorité des friches restantes complexes voire inopportunes pour y développer des centrales photovoltaïques au sol.

Ainsi, le potentiel de développement du photovoltaïque sur les zones artificialisées, estimé à 53 GWc en 2019 par l'ADEME, a été revu à la baisse en 2021 à 8,6 GWc sur les sites *a priori* les plus appropriés, qui doit lui-même "être minoré après une étude plus approfondie de chacun des sites". Cela ne pourra donc représenter qu'une fraction des installations à déployer pour atteindre les objectifs de 75 à 100 GWc d'ici 2050.

AVANTAGES

- ▶ Des sites généralement à faible enjeu environnementaux
- ▶ Valorisation de terrains inutilisables : anciennes carrières, décharges, friches...
- ▶ Possibilité de dépolluer le site
- ▶ Tarifs plus avantageux auprès de la CRE

INCONVÉNIENTS

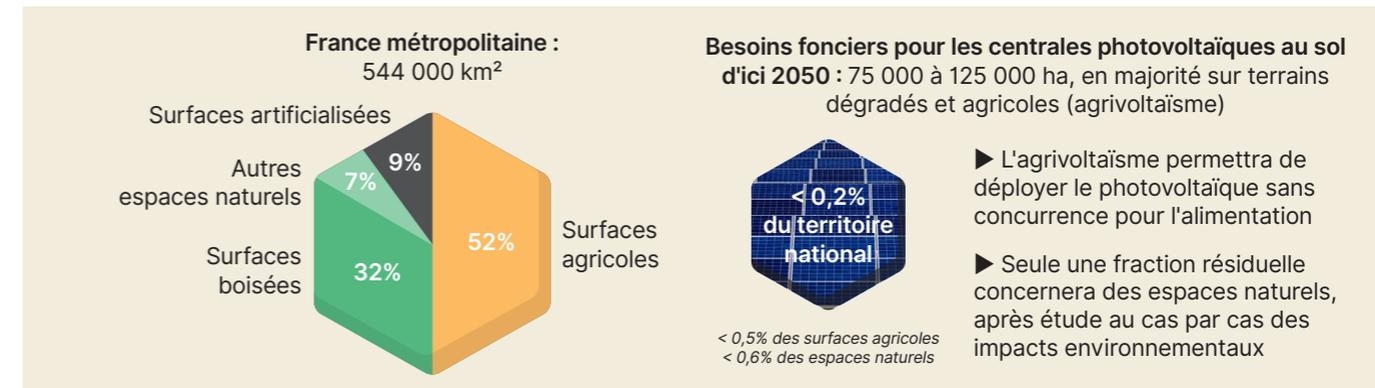
- ▶ Un potentiel limité, qui ne permet pas de répondre seul aux objectifs fixés
- ▶ Des terrains soumis à une forte concurrence car valorisables pour les mesures de compensation
- ▶ Pour les sites abandonnés depuis plusieurs années, il est possible qu'ils deviennent des lieux de reconquête de la biodiversité

» L'utilisation des terrains dégradés est à prioriser pour développer des centrales photovoltaïques au sol. De nombreuses centrales s'y sont déjà développées, apportant une utilité et une plus-value environnementale à des sites qui avaient perdu de leur valeur, comme le parc photovoltaïque de la Grande Combe (voir p. 48).

» Cependant, même en utilisant toutes les friches disponibles, les objectifs de développement du photovoltaïque ne pourront pas être atteints. En effet, ces terrains sont également convoités pour d'autres activités et doivent être évalués individuellement pour s'assurer que toutes les conditions nécessaires au retour d'une activité humaine soient réunies. De nombreux sites dégradés ont permis à la nature de reprendre ses droits et sont aujourd'hui de véritables refuges de biodiversité. L'étude au cas par cas de chaque site, qu'il soit dégradé, agricole ou autre, est donc essentielle pour identifier les lieux d'implantation ayant le moindre impact environnemental.

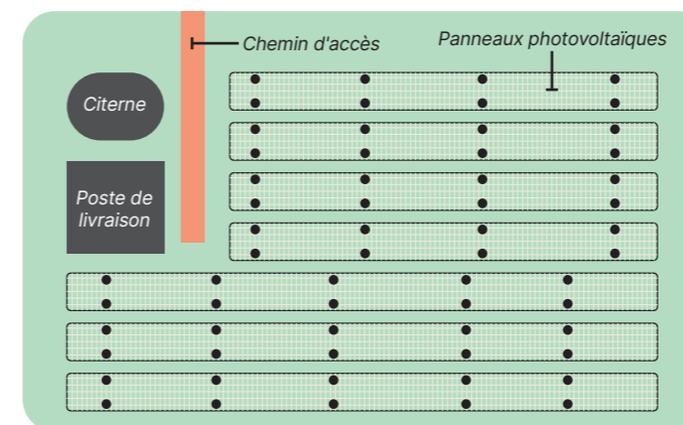
Une emprise au sol en trompe-l'œil

Au premier abord, les centrales photovoltaïques peuvent légitimement soulever des interrogations quant à leur emprise du sol. Cependant, avec une densité moyenne actuelle estimée entre 1 et 1,7 ha/MW, le parc photovoltaïque au sol national (installations > 1MWc, hors toitures et ombrières) occupait fin 2023 entre 9 000 et 15 300 ha, dont la moitié recouverte par les panneaux. Les estimations tablent autour de 35 000 à 60 000 ha nécessaires d'ici 2035 (d'après RTE), et 75 000 à 125 000 ha d'ici 2050 (selon l'ADEME).

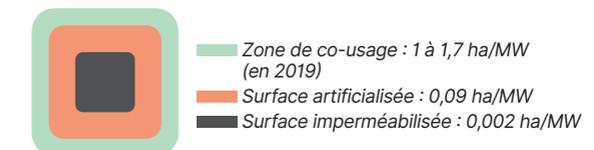


De plus, la quasi-totalité d'une centrale photovoltaïque recouvre une surface dite de co-usages : prairie, culture, pâturage... Seule une faible surface, correspondant aux structures portantes des panneaux, aux chemins d'accès et aux locaux techniques (poste de livraison, citerne) est en réalité artificialisée : de l'ordre de 0,09 ha/MW, soit entre 810 et 1380 ha fin 2023.

Surface d'un parc photovoltaïque au sol - schéma de principe



Les parcs photovoltaïques sont dépourvus de fondations. Selon la nature du sol, différentes structures sont installées pour supporter les panneaux solaires, principalement des pieux battus (10 à 20 cm²/pieu) et les semelles en béton posées. L'absence de fondations rend d'autant plus simple la réversibilité des installations, obligatoire dans le cadre d'un appel d'offre de la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie).



Les infrastructures de l'ensemble du système électrique représentent [...] de l'ordre de 0,35% des surfaces artificialisées en France et 0,2% des surfaces imperméabilisées. [...] À l'horizon 2050, les surfaces artificialisées pour les infrastructures du système électrique resteront faibles au regard d'autres usages (réseau routier, bâtiments...).

RTE, Futurs énergétiques 2050, Chapitre 12 : L'analyse environnementale

L'intégration des parcs photovoltaïques dans les continuités écologiques

Pour se déplacer, les espèces animales empruntent pour cela un réseau de **continuités écologiques**, formées de **réservoirs de biodiversité** (espaces suffisamment grand dans lesquels la biodiversité est la plus riche) reliés entre eux par des corridors.

Comme de nombreuses installations industrielles, les **centrales photovoltaïques au sol sont clôturées**, afin de limiter le risque d'intrusion et d'accès aux installations sensible et ainsi assurer la sécurité des biens et des personnes.

Les surface clôturées peuvent présenter un risque d'obstacle au déplacement des espèces animales

EFFETS POTENTIELS DES CLÔTURES

EFFETS DIRECTS

- Piégeage fortuit
- Blessure, collision, empêchement
- Chocs électriques

EFFET BARRIÈRE PARTIEL OU TOTAL

variable selon le type de clôture, les espèces, le moment du jour et de l'année...

EFFETS INDIRECTS

sur la flore et les habitats : modification de la pression de pâturage, fouissage et piétinement

EFFETS CUMULÉS

l'implantation d'une clôture s'ajoute à celles déjà présentes sur le territoires et aux autres facteurs de fragmentation

Risque de pertes d'individus, de modification de comportements, d'isolement des populations...

Mais des solutions existent et sont d'ores et déjà déployées

UNE DÉMARCHÉ « PAS À PAS » POUR MINIMISER LES IMPACTS POTENTIELS

- 1 DIAGNOSTIC :** définir les contraintes sécuritaires, réglementaires et administrative du projet ; et évaluer les enjeux faune, flore et habitats
- 2 CONCEPTION :**
 - Fixer par secteur les objectifs d'étanchéité faunistique et humaine
 - Définir le plan général de clôture : éviter les situations à risques selon les espèces, limiter la surface de la surface clôturée (exclos), clôturer au plus près des installations, préserver des zones tampons...
 - Choisir le matériel le plus inoffensif pour la faune, le plus visible et le plus efficace sur le long terme, et anticiper les risques de dégradation
 - Rendre le sol perméable : clôture non jointive au sol, mail plus large au niveau du sol, création de passages à faune...
- 3 GESTION :** contrôler le bon état des équipements, ne pas laisser la végétation se développer directement dans la clôture et respecter le plan de gestion
- 4 FIN DE VIE :** enlever les clôtures et les poteaux, et reboucher tous les trous
- 5 SUIVI ENVIRONNEMENTAL :** suivre « en routine » (observations fortuites) tous les sites, et mettre en place des suivis plus approfondis sur les sites à enjeux élevés ou en fonction du suivi de routine
- 6 AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES,** par des scientifiques sur sites pilotes

» Les clôtures représentent un enjeu dépassant les parcs solaires. Seule une approche au cas par cas peut permettre de dégager d'éventuels facteurs de risques spécifiques à chaque site conformément au principe de proportionnalité de l'étude d'impact environnemental. La démarche pas à pas permet d'anticiper l'ensemble des problématiques et de trouver le bon équilibre entre sécurité des biens et des personnes, et perméabilité à la faune, permettant ainsi d'intégrer au mieux les parcs photovoltaïques au sol au sein des continuités écologiques.



3 QUESTIONS À...



Caryl Buton
Expert indépendant,
dirigeant du cabinet X-AEQUO

X-AEQUO

Les centrales photovoltaïques intègrent déjà différentes mesures pour limiter les risques liés aux clôtures.

Quelles sont les principales menaces pesant sur les continuités écologiques, et comment les centrales photovoltaïques (CPV) peuvent-elles s'y ajouter ?

Les connaissances acquises montrent que les clôtures peuvent de manière générale avoir des impacts potentiels variés selon le contexte écologique, leurs caractéristiques techniques, leur étendue ou encore leur position. Le guide rédigé en 2023 en dresse une synthèse.

Tout d'abord, les clôtures peuvent entraîner un « effet barrière » et ainsi empêcher ou limiter le déplacement de certaines espèces animales ou de certains individus, mais aussi en guider vers une route ou un bassin avec des risques de mortalité, les empêcher d'accéder à un habitat, modifier les relations entre proies et prédateurs. Des clôtures sont même susceptibles d'entraîner des effets croisés sur la flore et les habitats en modifiant les conditions d'herbivorie ou de transport des graines, voire de causer un surpiétinement localisé quand le bétail et la faune sauvage cheminent préférentiellement le long de ces équipements. Des effets en cascade peuvent survenir à la suite d'une modification des usages humains alentours ou par l'effet d'entraînement que peut provoquer la pose d'un premier linéaire clôturé dans une zone qui en était jusque-là exempte.

D'autre part, des risques directs pour des animaux peuvent exister, qui peuvent se retrouver piégés ou blessés. Des animaux peuvent également percuter des clôtures ou s'y empêtrer. Les clôtures sous tension peuvent causer un choc électrique. À ce jour toutefois, aucun élément n'établit une dangerosité spécifique des clôtures périmétrales de CPV par rapport à d'autres contextes clôturés.

Pour finir, ces effets potentiels se cumulent avec ceux provoqués par toutes les clôtures qui existent aux alentours d'une CPV, les infrastructures diverses, l'urbanisation, etc., que les animaux rencontrent lors de leurs déplacements. Les CPV intègrent déjà différentes mesures pour limiter certains de ces risques et nous proposons dans le guide un cadre pour aller plus loin.

Les exclos formés par les centrales photovoltaïques peuvent-ils tout de même avoir un impact positif sur la biodiversité ?

Au-delà même du contexte des CPV, certains exclos peuvent contribuer à créer des zones de refuge par rapport au dérangement, au piétinement voire aux prédateurs. Tout dépend évidemment de leur conception, des possibilités de passage pour les espèces recherchées

ou acceptées à l'intérieur, etc., et des conditions écologiques que celles-ci trouvent à l'intérieur tout au long de l'année. C'est fonction des habitats disponibles, du mode d'entretien, etc. Il faut cependant rester vigilant à la complexité des interactions entre proies et prédateurs, ainsi qu'entre la faune et la flore. L'efficacité des clôtures pour préserver une espèce donnée, y compris de flore, est à évaluer au cas par cas.

Quels sont les axes d'amélioration de la connaissance à prioriser ?

Il pourrait s'agir par exemple de consigner en routine les observations fortuites en phase d'exploitation telles que des collisions ou des empêtements dans les clôtures. Selon les résultats, des suivis systématiques de mortalité sont ensuite suggérés ainsi que, par exemple, sur les sites à plus forts niveaux d'enjeux écologiques.

Pour les CPV proches d'infrastructures de transport, des travaux seraient à mener pour évaluer le risque que les clôtures guident des animaux vers le trafic, ou qu'elles bloquent aux abords du trafic des animaux qui viennent de traverser les voies.

Des études comparatives seraient à mener entre les différents types de clôtures, la question étant : leur conception et leur arrière-plan proche ou lointain influencent-ils la perception de la clôture par les animaux et le danger potentiel qu'elles constituent ? De même, à l'occasion de certains travaux de pose ou de réaménagement de clôtures, des approches dites « BACI » permettraient de préciser l'éventail des impacts écologiques selon les matériels. Il est également nécessaire d'améliorer la connaissance du déplacement des animaux autour d'exclos, en fonction notamment de leur surface ou de la largeur des « couloirs faunistiques » non clôturés que nous recommandons de préserver.

Il est important d'améliorer les outils de cartographie et d'évaluation écologique des clôtures, que ce soit à l'échelle d'un projet ou d'un territoire tout entier, afin notamment de compléter les évaluations d'impact. Des travaux de recherche sont déjà en cours pour les CPV.

Enfin, à l'instar de certaines mesures prises parfois sur d'autres infrastructures à enjeux de sécurité, nous suggérons dans le guide des réflexions sur la possibilité même pourquoi pas, dans certains cas ou sur certains secteurs des projets, de... ne pas clôturer, sous réserve d'évaluer les alternatives possibles. Cela pourrait passer par l'adaptation des équipements de sécurisation, le test de haies « défensives », etc.

Mettre l'énergie solaire au service de l'agriculture avec l'agrivoltaïsme

L'agrivoltaïsme correspond à l'installation de panneaux photovoltaïques sur une parcelle où se maintient une activité agricole, pour laquelle ils apportent un ou plusieurs services :



ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Limitation des effets néfastes du changement climatique se traduisant par une augmentation ou un maintien du rendement



PROTECTION CONTRE LES ALÉAS

Protection apportée par les modules agrivoltaïques contre une forme d'aléa météorologique :

- Impact thermique
- Impact hydrique
- Impact radiatif



AMÉLIORATION DU BIEN-ÊTRE ANIMAL

Amélioration du confort thermique des animaux avec une diminution des températures dans les espaces accessibles aux animaux à l'abri des modules photovoltaïques



SERVICE AGRONOMIQUES POUR LES BESOINS DES CULTURES

Amélioration des qualités agronomiques du sol et augmentation (ou maintien) du rendement



— LE CADRE RÉGLEMENTAIRE

La loi d'Accélération de la Production d'Énergies Renouvelables (APER) adoptée en 2023 crée un cadre légal et institue l'agrivoltaïsme comme filière à part entière. Plusieurs conditions essentielles ont été définies par décret, dont :

- L'obligation de rendre au moins un service parmi ceux mentionnés plus haut ;
- La délimitation d'une zone témoin ;
- La production agricole doit rester significative, avec un rendement supérieur à 90% de celui d'une zone témoin, sauf exceptions justifiées ;
- L'installation agrivoltaïque ne doit pas rendre plus de 10% de la superficie inexploitable, et les modules doivent permettre une exploitation normale ;
- Le revenu agricole après l'installation doit être comparable à celui d'avant ;
- Enfin, pour les technologies de plus de 10 MW, le taux de couverture par les panneaux photovoltaïques ne doit pas dépasser 40%, sauf pour certaines technologies éprouvées.

La réglementation autour des projets agrivoltaïques reste dynamique, avec de nouvelles mises à jour et ajustements attendus, notamment sur les aspects de sécurité alimentaire, d'impacts territoriaux, et sur les critères de viabilité agricole.

L'agrivoltaïsme peut être développé en cohérence avec tous les types d'élevage (bovins, ovins, porcins, volailles...) et de cultures (grandes cultures, arboriculture, vignes, maraîchage...), permettant son appropriation par tous les agriculteurs.

» En plaçant le projet agricole au cœur des projets, en organisant un développement à l'échelle territoriale et en diversifiant les technologies, l'agrivoltaïsme peut favoriser un modèle vertueux de nouvelle génération, résilient face aux aléas du changement climatique, permettant de diversifier et de sécuriser les productions agricoles ainsi que les sources de revenus des exploitants.

< 1%
de la SAU

Tel que décrit dans la loi, l'agrivoltaïsme ne représente pas une menace pour la sécurité alimentaire : **moins de 1% de la Surface Agricole Utile (SAU) serait sollicités** pour atteindre les objectifs de déploiement du photovoltaïque, tout en garantissant un co-usage agricole et en apportant des services et des revenus à l'agriculteur.



LE PÔLE NATIONAL DE RECHERCHE, INNOVATION ET ENSEIGNEMENT DÉDIÉ À L'AGRIVOLTAÏSME

À l'initiative de l'INRAE, un protocole d'accord a été signé le 28 février 2023 par 37 structures, marquant la création d'un Pôle national dédié à la recherche, à l'innovation et à l'enseignement sur l'agrivoltaïsme. Aujourd'hui, ce pôle rassemble 62 structures publiques et privées engagées dans cette démarche.

Ce pôle national vise à fédérer les recherches conduites en France autour des conditions de synergies entre les productions agricole et électrique, en fonction du système de culture et du contexte pédoclimatique. Il s'appuie notamment sur un comité scientifique garantissant la robustesse des travaux menés.

Les objectifs du PNR AgriPV sont :

- Organiser les recherches et structurer une vaste communauté de chercheurs
- Générer de l'interaction et de l'innovation entre secteur privé et public
- Mutualiser les coûts et les dispositifs
- Combiner expérimentation et modélisation
- Centraliser et partager les données
- Monter en compétences
- Développer des systèmes agrivoltaïques durables et performants dans des délais réduits

Plusieurs projets de recherche sont déjà en cours, étudiant notamment l'impact de l'ombrage liés aux panneaux photovoltaïques sur les micro-climats, les sols et les végétaux cultivés (rendement, qualité, etc...).

L'agrivoltaïsme : une opportunité pour la biodiversité



AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DES SOLS ET DE LA BIODIVERSITÉ DES CHAMPS

Le développement de projets agrivoltaïques offre l'opportunité unique d'étudier la biodiversité des terres agricoles, au travers de l'étude d'impact environnementale. L'étude pédologique permet quant à elle d'en étudier les aspects physique, chimique et biologique.



PROTECTION FACE AUX ALÉAS CLIMATIQUES

Les installations agrivoltaïques peuvent jouer un rôle crucial dans la protection des cultures contre les aléas climatiques comme la canicule, le gel, et les excès de rayonnement solaire. En régulant la température sous les panneaux, ces structures réduisent le stress thermique sur les plantes, limitent l'évapotranspiration et améliorent l'efficacité de l'utilisation de l'eau, ce qui est essentiel dans des contextes de sécheresse croissante. Cette protection contribue à stabiliser et, parfois, à augmenter les rendements agricoles face aux variations climatiques.



CRÉER DES ZONES D'INTÉRÊT POUR LA BIODIVERSITÉ

Les installations agrivoltaïques sont conçues pour favoriser la biodiversité, grâce à la séquence ERC. Par exemple, les espaces situés entre les rangées de panneaux solaires peuvent accueillir des plantes locales, transformant ces zones en refuges pour la faune, y compris les pollinisateurs. Par ailleurs, la présence d'une couverture végétale permanente ou de pratiques de pâturage sous les panneaux contribue à la création de micro-habitats variés, essentiels au maintien de la diversité biologique. Enfin, l'absence de fondations garantit la conservation des horizons pédologiques.



ACCOMPAGNER LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DE L'AGRICULTURE

Le développement d'un projet agrivoltaïque s'intègre souvent dans une démarche agroécologique globale pour les agriculteurs. Il représente une opportunité de repenser leurs pratiques agricoles et, dans certains cas, de modifier leur type de culture ou d'élevage. En offrant une diversification des sources de revenus, l'agrivoltaïsme renforce la viabilité économique des exploitations, facilitant ainsi la mise en œuvre de ces transformations majeures en toute sérénité.

— BONNES PRATIQUES



- Réaliser une étude d'impact environnementale (EIE) approfondie, s'intéressant autant à la faune, la flore et au sol
- Impliquer les agronomes, les écologistes et les experts en énergie solaire dès les premières étapes de planification pour garantir une harmonie entre agriculture et production d'énergie
- Choisir la configuration de la centrale adaptée au type de production agricole, en prenant en compte l'environnement : panneaux fixes ou trackers, distance inter-rang, hauteur des panneaux...
- Mettre en place des mesures de suivi régulier pour évaluer l'impact des installations sur le sol, les cultures et la faune et flore environnantes, et ajuster les méthodes si nécessaire
- Promouvoir la diversité biologique en intégrant des habitats propices à la faune, tels que des haies, des mares ou des zones de jachère autour des installations
- Encourager la formation des agriculteurs aux meilleures pratiques agrivoltaïques pour garantir une exploitation durable et respectueuse de l'environnement

3 QUESTIONS À...



Sébastien Ackermann
Président d'AS Développement,
spécialiste de l'accompagnement
agricole des projets agrivoltaïques



L'agrivoltaïsme peut et doit jouer un rôle important dans la préservation des sols, une meilleure gestion de l'eau, l'amélioration de la biodiversité.



Comment étudiez-vous l'impact des projets agrivoltaïques sur les différents compartiments de l'environnement ?

Tout d'abord, AS DEV est une société qui, dans son ADN, est tout entièrement dédiée à la transition écologique, l'agriculture durable et la préservation de la biodiversité. En tant que fondateur, j'en suis le garant, et j'ai la chance d'avoir une équipe qui est totalement impliquée dans ces enjeux.

Notre société est spécialisée sur l'accompagnement relatif aux questions agricoles des projets. Comme nous attachons une importance capitale à la résilience des fermes pour lesquelles nous travaillons, nous orientons toujours nos projets vers des pratiques agricoles respectueuses de la biodiversité et à la structure physique et biologique des sols. Nous travaillons bien évidemment en détail toutes les questions liées au bien-être animal et à l'ergonomie de travail pour l'exploitant agricole. Chez AS DEV, l'agrivoltaïsme et agroécologie ne font qu'un.

Quelles opportunités offre l'agrivoltaïsme pour l'environnement ?

L'agrivoltaïsme, comme nous l'implémentons chez AS DEV, doit contribuer de manière très positive à l'environnement. Le tout premier enjeu, rappelons-le, est la décarbonation de notre production d'énergie et la réduction des gaz à effet de serre. L'agrivoltaïsme est un des principaux piliers pour l'atteinte des objectifs fixés par la PPE à horizon 2035. Aussi pour la Nature, l'agrivoltaïsme peut et doit jouer un rôle important dans la préservation des sols, une meilleure gestion de l'eau, l'amélioration de la biodiversité. Pour le territoire, l'agrivoltaïsme optimise l'usage des terres en lui octroyant un double usage. Il permet bien évidemment de renforcer le développement économique local, et peut même jouer un rôle de sensibilisation ou de prise de conscience environnementale. Enfin, pour le monde agricole, l'agrivoltaïsme va nécessairement jouer un

rôle fondamental dans l'adaptation au changement climatique, la réduction de consommation d'intrants chimiques, la résilience des exploitations, et l'amélioration de la qualité des produits agricoles.

Comment concilier au mieux les activités agricoles, la production d'électricité photovoltaïque et l'environnement ?

Pour concilier tout cela, il faut avant tout avoir beaucoup d'humilité vis-à-vis de ces projets complexes mais dont la dominante reste l'agriculture. En France, les contextes pédoclimatiques et territoriaux sont si variés qu'il n'est pratiquement pas envisageable de définir une seule approche, une seule méthode, une seule règle. Chez AS DEV, nous privilégions donc de connaître dans les moindres détails tous les enjeux de la ferme sur laquelle un projet est envisagé.

Connaitre tous les enjeux de l'exploitation (le sol, le climat, le foncier, les humains, les cheptels, les ateliers de production, l'économie, l'environnement local, le territoire...) permet d'ensuite formuler des recommandations qui vont satisfaire les enjeux. Et pour cela, il faut une bonne dose d'expérience : maîtriser les sols si différents d'un point à l'autre de l'hexagone, connaître toutes les pratiques agricoles possibles, être attentif aux agriculteurs qui vont travailler pendant plusieurs générations avec cette centrale. Et bien sûr ne jamais oublier qu'un projet agrivoltaïque possède aussi des enjeux de faisabilité technique et économique qu'il faut avoir toujours à l'esprit afin qu'il ait une chance d'aboutir.

En tenant compte de ces paramètres et en tentant de mettre en œuvre des projets à dominante agroécologique, nul doute qu'AS DEV contribue à concilier les activités agricoles, la production d'électricité décarbonée et la nature...

FOCUS
SUR
...

Le programme ECHO : l'engagement d'Amarencu pour la régénération

AMARENCO

UN NOUVEAU MODÈLE DE DÉVELOPPEMENT AU SERVICE DES ÉCOSYSTÈMES

Le développeur de projets photovoltaïques et agrivoltaïques Amarencu intègre la biodiversité à chaque étape de ses projets, depuis la phase de conception jusqu'à celle d'exploitation. Pour aller encore plus loin, l'entreprise a mis en place la **démarche ECHO**, qui dépasse le cadre de la séquence ERC en visant la **régénération des sols et des écosystèmes accueillant les projets photovoltaïques**. Cette approche ambitieuse transforme également en profondeur les pratiques de la société.

En amont, l'identification des sites suit un cahier des charges strict afin de ne pas choisir des sites exposés aux risques de perte de biodiversité.

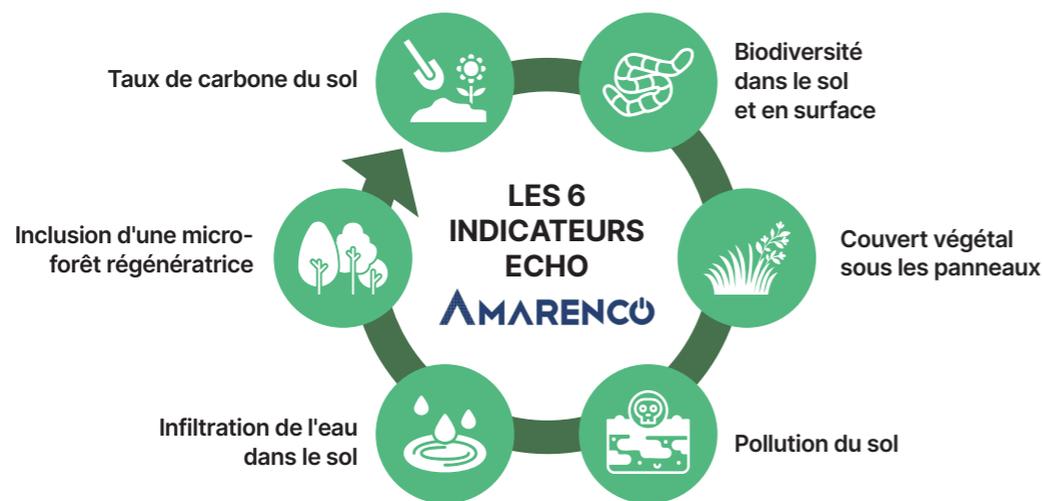
Grâce à des **outils développés en interne**, Amarencu peut s'appuyer sur des données satellites afin d'en connaître les **caractéristiques environnementales** (sols, biodiversité etc...) et d'adapter le développement du projet. Ces données satellites sont importantes pour évaluer le potentiel de régénération des sols des différents sites.

La **formation interne** des équipes aux sujets biodiversité est un élément incontournable afin de s'assurer que ces derniers soient intégrés et pris en compte à chaque étape du projet.

Au-delà de la séquence ERC, Amarencu s'est lancé dans une **campagne de régénération des sols et des écosystèmes concernés**. Cette campagne a pour ambition d'aller bien plus loin que la compensation en apportant un bénéfice environnemental net aux sites qui accueillent différents projets photovoltaïques.

LA DÉMARCHE ECHO APPLIQUÉE À UN PROJET PHOTOVOLTAÏQUE

- **Etude initiale** pour assurer la non-dégradation et établir le potentiel de régénération
- **Analyse de l'état du sol et de l'écosystème grâce aux 6 indicateurs ECHO**
- Accompagnement à la **conception du projet régénératif** (actions à mettre en oeuvre, type de culture, évolution, etc...)
- **Mise en œuvre du projet**
- **Suivi continu des objectifs et mise en place de mesures correctives en fonction des résultats**



3 QUESTIONS À...



Ana Dubois
Chief Regeneration Officer

AMARENCO



En s'appuyant sur une approche scientifique rigoureuse, nous nous assurons que le programme ECHO conduit à des améliorations concrètes pour les écosystèmes.

● Pourquoi avoir lancé la démarche ECHO et quels sont vos objectifs ?

Le programme ECHO reflète la volonté d'Amarencu d'intégrer les enjeux environnementaux globaux et les limites planétaires dans notre activité. L'objectif est que nos sites contribuent activement à renforcer la résilience des écosystèmes dans lesquels ils sont implantés. Bien que notre secteur soit déjà soumis à des obligations de réduction des pressions et de protection d'espèces à travers la séquence ERC, ECHO va plus loin. Nous visons l'amélioration des indicateurs de biodiversité, de gestion de l'eau ou encore du carbone sur la durée de vie des centrales, comparativement à l'état initial des écosystèmes. Les infrastructures solaires offrent l'opportunité de mettre en place des actions de régénération des sols ou de création d'habitats, des initiatives qui nécessitent un déploiement à long terme, d'autant plus que ces infrastructures seront présentes sur le temps long. Après plus de deux ans de phase pilote, nous étendons désormais le programme ECHO à l'ensemble de nos nouveaux sites. Cela implique une sélection rigoureuse des terrains dès le départ, ainsi que l'application de solutions spécifiques pour maximiser le potentiel de régénération des écosystèmes. Nous intégrons aussi la prise en compte de la régénération à tous nos organes de gouvernance.

● Qu'est-ce que la "régénération" dans le cadre du projet ECHO et quels en sont les bénéfices ?

La première étape a été de clarifier le concept de régénération et de le traduire en éléments opérationnels. Les activités régénératrices se définissent comme celles aidant à restaurer l'équilibre, la résilience et la prospérité d'un écosystème en se basant sur des processus et fonctions naturels. Au cours de la phase pilote, nous avons élaboré des procédures, identifié des solutions et défini des indicateurs qui composent le cœur du programme. Ces indicateurs, au nombre de six, mesurent la santé des habitats et des sols, ainsi que des aspects sociaux. Ils sont suivis tout au long de la vie des centrales grâce à des protocoles établis avec des experts en écologie et en santé des sols. En s'appuyant sur une approche scientifique rigoureuse, nous nous assurons que le programme ECHO conduit à des améliorations

concrètes pour les écosystèmes. Nous pouvons aussi identifier les évolutions, besoins de remédiation et nouvelles opportunités d'amélioration des impacts en cours d'exploitation.

Nous nous sommes rapidement rendu compte que toute l'entreprise serait impactée et qu'une base de connaissances communes nous serait nécessaire. Nous avons notamment organisé des formations ouvertes à tous nos salariés sur, par exemple, la santé des sols, le rôle des infrastructures écologiques et habitats, la conduite de la régénération en entreprise... C'est un projet organisationnel, bien plus qu'un ensemble de projets écologiques.

● Comment les acteurs locaux bénéficient-ils des retombées de ce programme ?

Le programme ECHO repose sur la co-création et la création de valeur partagée. Chaque projet est spécifiquement adapté aux besoins de l'écosystème et de la communauté locale, prenant en compte les espèces endémiques, sa situation dans le territoire et s'appuyant sur la collaboration avec les acteurs locaux. Les projets de régénération mobilisent un grand nombre de partenaires locaux et renforce les liens avec de nouveaux acteurs pour générer de la valeur pour les communautés qui sont intégrées comme partie prenante clé dans la conception du projet.

Il se peut aussi qu'un projet ECHO sur site ne soit pas possible, pour nos centrales en toiture ou les ombrières de parking, mais aussi sur nos sites de stockage, nous structurons alors des programmes de régénération autonomes dans le territoire, ayant une même finalité d'impacter positivement les indicateurs de régénération.

Une autre forme de valeur vient s'ajouter aux retombées économiques liées aux investissements dans les programmes de régénération : l'amélioration des services rendus par un écosystème qui vont bien au-delà du périmètre du site. Améliorer la capacité d'un sol à stocker du carbone, de l'eau, améliorer un habitat ou la continuité écologique aura un impact durable sur tout le territoire. Nous mesurons ces impacts larges en analysant l'évolution des scores de nos sites sur cinq Objectifs du Développement Durable des Nations Unies (ODD).

FOCUS
SUR
...

Le partenariat entre Noé et wpd pour la préservation des pollinisateurs sauvages



UNE INITIATIVE D'AMPLEUR NATIONALE GRÂCE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES



LES POLLINISATEURS SAUVAGES

Cette diversité d'insectes, composée principalement d'abeilles solitaires, de bourdons, de papillons, de coléoptères et de mouches, assure la pollinisation de nombreuses plantes sauvages et cultivées. Les pollinisateurs sauvages jouent un rôle vital en faveur de la biodiversité et la production agricole. Malheureusement, leur déclin est rapide et extrêmement préoccupant, causé par l'agriculture intensive, l'usage de pesticides, la destruction de leurs habitats et le changement climatique. Leur préservation est cruciale pour maintenir l'équilibre écologique et garantir la survie des écosystèmes et des cultures dépendantes de la pollinisation naturelle.



— CONTEXTE

Le partenariat « Pollinisateurs sauvages » formé par l'association Noé et le développeur-exploitant wpd vise à intégrer les enjeux de biodiversité dans le développement des projets d'énergies renouvelables. Cela inclut l'évaluation et la prise en compte des impacts sur la biodiversité lors de la conception et de la mise en œuvre des projets éoliens et solaires, la mise en place de mesures de compensation écologique pour minimiser les impacts négatifs résiduels et l'accompagnement dans l'identification des meilleures pratiques pour préserver la biodiversité sur les sites concernés par les projets.

— OBJECTIFS DU PARTENARIAT



Participer à l'acquisition de connaissances de terrain sur l'évolution des communautés d'insectes pollinisateurs et les mettre à disposition de la communauté scientifique



Participer concrètement à la sauvegarde des espèces menacées par la restauration d'espaces et écosystèmes favorables comme les milieux prairiaux sur les territoires de projets éoliens et solaires



Sensibiliser les différentes parties prenantes des projets EnR : agriculteurs, citoyens, élus, confrères de la filière EnR

— 3 AXES DE TRAVAIL

■ Axe scientifique

Mettre en place un protocole de suivi des pollinisateurs sauvages sur plusieurs sites de projets et parcs EnR pour répondre à 2 questions scientifiques :

- Quelle est l'efficacité des « prairies de Noé » sur les communautés de pollinisateurs sauvages ?
- Quel est l'effet des structures photovoltaïques sur les communautés de pollinisateurs ?

■ Axe mise en œuvre de mesures

Massifier les actions de restauration de milieux favorables aux insectes pollinisateurs dans l'éco-conception et gestion des parcs photovoltaïques et dans le cadre des mesures de compensation et d'accompagnement des parcs éoliens. L'étude scientifique menée permet d'optimiser ces mesures agro-environnementales : mélanges de semences adaptés aux cortèges présents et à la région, meilleures pratiques agricoles, connectivité des milieux favorables...

■ Axe communication et valorisation

Réaliser des événements de sensibilisation en local : par exemple en 2024, un programme de sciences participatives a été mené avec les habitants sur le projet éolien de Ménil-la-Horgne, dans la Meuse (55), au travers d'une quête INPN Espèces sur les pollinisateurs locaux.



— ACTIONS

Dans le cadre du programme historique "Prairies de Noé" de l'association, le partenariat prévoit la mise en place de milieux prairiaux (prairies temporaires, permanentes ou intégration de jachères longues durée dans une rotation plus classique) à proximité relative des parcs éoliens et au sein et abords des parcs photovoltaïques. Cela consiste à restaurer des zones de refuge, de reproduction et d'alimentation en faveur des insectes pollinisateurs et de l'ensemble de la biodiversité prairiale.

Les mélanges de graines sont élaborés selon le secteur biogéographique et les cortèges de pollinisateurs en place, afin d'offrir des alternatives aux mélanges de fleurissement classiques, souvent choisis pour leur caractère esthétique ou favorisant l'abeille domestique et donc peu compatibles avec le maintien de la grande diversité des pollinisateurs (abeilles sauvages, bourdons, papillons, syrphes...). Un travail est également mené sur les pratiques de gestion agricole favorables au maintien des populations de pollinisateurs et permettant une recolonisation du milieu par la végétation spontanée.

Le suivi scientifique est réalisé par les bureaux d'études Ecosphère et ENCIS Environnement, accompagnés par l'entomologiste et l'expert en hyménoptères David Genoud pour le dimensionnement du protocole, l'identification des individus ainsi que l'analyse qualitative et quantitative statistique. Le suivi est réalisé selon le protocole Westphal (dit « pan traps » ou assiettes colorées) et permet d'étudier sur 3 à 4 années la ressource disponible des plantes à fleurs, la diversité des pollinisateurs (en particulier des abeilles sauvages) et les caractéristiques écologiques des insectes pollinisateurs inventoriés.

» Le partenariat entre wpd et Noé a vocation à se poursuivre encore plusieurs années afin de mettre à disposition des scientifiques les données recueillies et d'impliquer encore davantage le grand public.



L'ASSOCIATION NOÉ

Association d'intérêt général à but non lucratif, Noé a pour mission de sauvegarder et de restaurer la biodiversité en France et à l'international, pour le bien-être de tous les êtres vivants, et en particulier de l'humanité. Pour mener à bien sa mission, Noé déploie des programmes de conservation d'espèces menacées, de préservation d'espaces naturels, ainsi que des programmes de formation, d'éducation et d'accompagnement visant à encourager des changements de comportements plus respectueux de l'environnement, en reconnectant l'Homme à la nature.

Sur les deux premiers sites éoliens suivis en 2023, les premières tendances statistiques nous font prendre conscience de l'importance du mode de gestion des parcelles de jachères, qui influence les cortèges d'insectes ainsi que l'attractivité de la ressource alimentaire. Par ailleurs, les résultats de cette première année de suivi montrent un certain effet « lisière » indiquant que la taille des parcelles restaurées joue un rôle dans la diversité du cortège d'espèces les visitant. Ainsi, nous devons travailler sur la taille et la localisation des parcelles à restaurer ainsi que sur la composition des mélanges de semences afin d'offrir la ressource alimentaire nécessaire aux espèces les plus menacées tout au long de l'année. Enfin, la gestion de la parcelle doit également respecter le cahier des charges concernant l'absence de traitement phytosanitaire dans et aux abords de la parcelle, ou encore la période de fauche adaptée... Le lien avec les agriculteurs partenaires est primordial pour la réussite de ces mesures.

Chloé Santin,
Responsable des études environnementales, wpd

FOCUS
SUR
...

La végétalisation du parc photovoltaïque de La Grande Combe (30)

URBASOLAR
Axpo Group

LA RESTAURATION D'UN SITE DÉGRADÉ GRÂCE À UNE SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
7 Mwc

📐 SUPERFICIE
7,6 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2021

— CONTEXTE

Située sur la commune de la Grande Combe aux portes du Parc National des Cévennes, la centrale photovoltaïque est implantée sur une **ancienne halde minière composée de déblais stériles de grès et de schistes charbonneux**. Le site d'implantation a, en partie, été choisi car il ne présentait **pas d'enjeux écologiques**, ce dernier étant dominé par des espaces minéraux exposés à de rudes conditions météorologiques.

En raison d'une topographie accidentée et d'une absence de végétation, **le site est particulièrement sensible à l'érosion**. Des premiers travaux d'enrochement pour limiter l'érosion ont été réalisés après la mise en service de la centrale, sans succès. Il a donc été décidé de travailler un **ensemencement du site** pour répondre à 3 objectifs :

DÉFIS ET OBJECTIFS DU PROJET D'ENSEMENCEMENT DU PARC PHOTOVOLTAÏQUE DE LA GRANDE COMBE



FORTE ÉROSION avec apparition de ravinements à la base des structures portantes des panneaux photovoltaïques



STABILISATION DES SOLS



FAIBLESSE DE LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET ANIMALE en raison d'un milieu dégradé et inhospitalier



DÉVELOPPEMENT D'UNE DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET ANIMALE



APPARITION D'ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EEE) VÉGÉTALES



LUTTE CONTRE LES EEE

— ACTIONS

Des travaux de végétalisation des sols dégradés ont été effectués par la société Valorhiz, spécialisée dans la réhabilitation d'écosystèmes fonctionnels et la végétalisation durable et résiliente sur les sites industriels, les zones urbaines et les infrastructures de transports.

La technique utilisée est celle des **bio-technosols** :

- Prélèvement sur site d'échantillons de sol, bactéries, mycorhizes et de plants pour mise en culture en laboratoire.
- Création de semences symbiosées permettant une bonne colonisation végétale du site.

Le processus s'est déroulé en 3 phases :

1. **DIAGNOSTIC DU SITE** : prélèvement d'échantillons de sols et de plantes, en particulier de fabacées présentant des nodules contenant des bactéries symbiotiques dans leurs racines, en vue de cultiver en laboratoire les bactéries et les mycorhizes associées aux racines et au sol.
2. **ENSEMENCEMENT (septembre 2023)** : préparation du sol, décompaction, semis puis roulage par un agriculteur local (-10 km). Ensemencement avec un mélange grainier sélectionné adapté aux sols schisteux et faible en matière organique, se composant d'espèces techniques (qui stabilisent le sol) et d'espèces locales apportant la biodiversité sur le site. Il a été établi en intégrant le plus possible de semences issues de récolte en milieux naturels sur la même région bio-géoclimatique.
3. **ASPERSION DE LA SOLUTION BIOSOURCÉE** : une fois les plantules levées, l'aspersion est réalisée puis assimilée par les racines des jeunes pousses.

— RÉSULTATS



RÉUSSITES

- Utilisation d'une bio technologie basée sur la nature et simple à établir
- Une seule et unique action pour 3 problématiques centrales (protection et dynamisation des sols, de la biodiversité, lutte contre les EEE)
- Action incluse dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique (minéral remplacé par le végétal)



POINTS DE VIGILANCE

- Risque élevé de non levée des semis, lié aux conditions climatiques sévères et à la nature du sol. Ici, les résultats obtenus en 2024 sont plutôt concluants
- Taux de réussite grandement lié aux conditions météorologiques



PISTES D'AMÉLIORATION

- Mettre en place une bonne gestion de la végétation en appliquant une fauche tardive
- Évaluer la meilleure période pour semer (suivi météo rigoureux)
- Tenter de végétaliser systématiquement après la phase travaux : sélection d'un semi adapté permettant de maîtriser les aléas (entretien, érosion, biodiversité).



» Les résultats actuels sur la centrale sont bons. Une bonne colonisation du site par la végétation est constatée. Il faut désormais veiller à ce qu'elle se maintienne dans le temps notamment via la mise en place d'une fauche tardive. Pour cela, un suivi écologique de la centrale solaire est prévu chaque année jusqu'en 2026, avec la possibilité d'intervenir à nouveau sur site si besoin. À l'issue des 3 ans, en fonction des résultats obtenus, la technique de végétalisation pourrait être exportée sur d'autres parcs photovoltaïques sur sites dégradés.

FOCUS
SUR
...

La restauration de pelouses sèches autour du parc photovoltaïque de Marigny (51)



QUAND LES ÉNERGIES RENOUVELABLES CONTRIBUENT À LA RESTAURATION D'UN SITE PROTÉGÉ

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
30 MWc

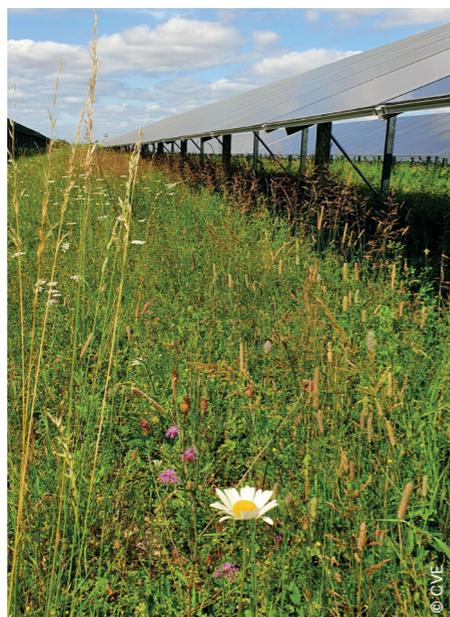
📐 SUPERFICIE
36 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
Octobre 2021

— CONTEXTE

Le parc photovoltaïque de Marigny est implanté sur un **ancien aérodrome militaire**, formant désormais un ensemble de pelouses entouré par des terrains agricoles. Ce site, nommé Savart de la Tommelle, fait l'objet d'un **arrêté de protection de biotope** et d'un classement **Natura 2000**. L'implantation des panneaux a donc été **priorisée sur les pistes artificialisées**, et étendue sur une partie aires de parking avion, à enherbement commun de moindre valeur écologique. Certaines zones, abritant des pelouses qui constituent l'habitat d'espèces protégées, ont été exclues de toute implantation d'équipements.

CVE a noué un partenariat avec le CEN CA (Conservatoire d'Espaces Naturels de Champagne-Ardenne), gestionnaire écologique du site depuis 2021, pour mettre en place des **mesures de restauration d'habitats** sur les secteurs dépourvus de panneaux photovoltaïques, ainsi qu'un **suivi de la faune et de la flore du site sur 30 ans**. CVE a ainsi pu faire cohabiter un parc solaire avec un site soumis à la protection de plusieurs espèces animales et végétales sauvages.



LE SAVART DE LA TOMMELLE

La Zone Spéciale de Conservation « Savart de la Tomelle à Marigny » se situe au Sud du département de la Marne, en pleine champagne crayeuse. D'une superficie de 286 ha, le site est constitué dans sa quasi-totalité d'un ancien aérodrome militaire. Il s'agit d'un **vaste ensemble de pelouses calcaires** appelées « savarts », nom régional pour désigner les anciens parcours à moutons. L'occupation passée de ces terrains par l'armée a favorisé le maintien des milieux de pelouses sèches. Ce site bénéficie du classement comme zone Natura 2000 avant tout par la présence de celles-ci. Il abrite également une **flore riche et diversifiée** sur les derniers secteurs de pelouses encore en bon état de conservation. Ce vaste ensemble isolé au milieu des grandes cultures de la champagne crayeuse représente aussi un refuge pour la faune.



© Benjamin Vautrelle

— ACTIONS

L'objectif principal des mesures mises en place par CVE et le CEN CA est de **restaurer les pelouses sèches abritant des espèces protégées**, menacées par l'embroussaillage. La gestion du site vise donc à **favoriser la création ou le maintien de milieux ouverts**, en restaurant une mosaïque d'habitats alternant zones ouvertes (pelouses) et zones de fructifères. Pour cela, des travaux de broyage ont débutés dès l'hiver 2021 sur les secteurs les plus dégradés, hors des périodes de nidification. **Une gestion du site par pâturage ovin** a également été mise en place.

Ce sont ainsi 10 ha de milieux dédiés à un oiseau patrimonial, l'Édicnème criard, ainsi qu'un corridor écologique de 1,7 ha favorable notamment à l'Azuré du Serpolet et 24 ha de pelouses qui sont en cours de restauration sur le site de Marigny. Par ailleurs, un **suivi de l'habitat et de sa faune** a également été initié afin de s'assurer que les espèces initialement présentes bénéficient de conditions favorables dans les espaces restaurés.

— RÉSULTATS

La **restauration des habitats** par débroussaillage des arbustes et par pâturage a permis de diminuer la concurrence des espèces végétales herbacées et ainsi de **recréer des zones pionnières**. L'ensemble de ces actions de restauration ont pour objectifs, en plus de l'aide au développement de l'habitat, la bonne réappropriation du site par des espèces patrimoniales cibles. **L'entretien du site se poursuivra durant les 30 années d'exploitation du parc photovoltaïque**, permettant ainsi la restauration d'un site protégé grâce à un projet d'énergie renouvelable.



© S. Moghe

ÉDICNÈME CRIARD (*Burhinus oediconemus*)

Oiseau limicole de taille moyenne, menacé par la transformation agraire, la diminution du pâturage et la chasse



© C. Legg

TARIER DES PRÈS (*Saxicola rubetra*)

Petit passereau en danger d'extinction, considéré comme un bioindicateur de la qualité des prairies



© A. Tsaknakis

PIE-GRIÈCHE ÉCORCHEUR (*Lanius collurio*)

Passereau au bec crochu, typique des milieux semi-ouverts, des haies et des zones broussaillues



© J. Tourouit

AZURÉ DU SERPOLET (*Phengaris arion*)

Papillon habitant les prairies et les clairières, très sensible aux perturbations de son écosystème

FOCUS
SUR
...

Le développement successif des parcs photovoltaïques de Fontenet 1, 2 et 3 (17) sur terrains artificialisés

BayWa r.e.

UNE SÉQUENCE ERC COMPLÈTE ET CO-CONSTRUITE

FONTENET 1

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
12 MWc

📏 SUPERFICIE
22 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2014

FONTENET 2

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
14,7 MWc

📏 SUPERFICIE
17,3 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2022

FONTENET 3

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
40 MWc

📏 SUPERFICIE
41,7 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2024

— CONTEXTE

Le projet est implanté sur un ancien camp militaire délaissé depuis plus de 30 ans, laissant le temps à la faune et la flore pour reconquérir les lieux. Le site comprend notamment des pelouses sèches abritant l'azuré du serpolet (papillon protégé) ainsi que des fruticées à fauvette pitchou, un passereau menacé habitant les milieux ouverts.

L'intercommunalité a désigné ce secteur comme privilégié pour les énergies renouvelables et a fait le choix de confier à BayWa r.e. le développement de trois projets espacés dans le temps, permettant d'avoir une approche globale de développement sur l'ensemble du camp militaire.

— MESURES MISES EN PLACE



OBJECTIF : RÉDUIRE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL
des parcs photovoltaïques en maintenant et / ou créant des continuités écologiques fonctionnelles

■ 1. Évitement

Sur l'ensemble du site, environ 25 ha potentiellement aménageables ont finalement été laissés libres, permettant l'évitement d'une grande partie des pelouses sèches les plus fonctionnelles du site pour les espèces protégées, grâce à l'étude de nombreuses variantes d'implantations. Plusieurs corridors (haies, friches arbustives) permettent la circulation des espèces entre les différents réservoirs de biodiversité (boisements, pelouses sèches).

■ 2. Réduction

- Réduction de l'impact au sol via l'utilisation de pieux battus pour l'ancrage des structures
- Adaptation du calendrier de chantier pour éviter de réaliser les travaux lourds en période de reproduction de la faune du site
- Réalisation et mise en œuvre d'un cahier des charges environnemental de chantier permettant de réduire les risques de pollution et de dérangement des espèces
- Gestion extensive de la végétation via un pâturage ovin sur l'ensemble du site : installation d'un éleveur avec une centaine de moutons
- Semis de graines locales pour améliorer la diversité végétale local grâce au programme Pictagraine du CEN Nouvelle-Aquitaine
- Mise en place de passages pour la petite faune au sein de la clôture
- Dépollution pyrotechnique au niveau des zones aménagées (retrait des bombes, munitions et autres aménagements souterrains...)
- Plantation de haies avec des espèces locales pour réduire l'impact paysager et favoriser les corridors locaux



■ 3. Compensation

FONTENET 2 : aménagement d'environ 7 ha de sites compensatoires au niveau des zones évitées du site avec une gestion par pâturage et fauche tardive permettant d'obtenir une mosaïque de pelouses sèches et de fruticées favorables aux oiseaux (Fauvette pitchou, Pie-grièche écorcheur, Oedicnème criard...) et à l'Azuré du serpolet.

FONTENET 3 : environ 13 ha de sites compensatoires sur des zones évitées en bordure de la centrale ont été débroussaillées et seront entretenues par pâturage ovin et/ou fauche afin de maintenir des milieux de pelouses sèches favorables à la faune et notamment à l'Azuré du serpolet. 35 ha supplémentaires sont conventionnés avec le Conservatoire d'Espaces Naturels de Nouvelle-Aquitaine sur des sites du département pour restaurer et entretenir des milieux en faveur de la Fauvette pitchou et de l'Engouevent d'Europe notamment. Enfin, 2 ha de zones rudérales et de chemins asphaltés non réutilisés sont remis en état et ensemencés.

LES PARTENAIRES

○ ENCIS ENVIRONNEMENT

Bureau d'étude réalisant l'ensemble des études naturalistes (études d'impact, suivis d'exploitation...) sur le camp de Fontenet depuis 2017

○ CEN NOUVELLE-AQUITAINE

Association fournissant des graines locales pour des semis adaptés à l'élevage ovin (programme Pictagraine)

○ ASSOCIATION SAINT FIACRE

Association de réinsertion réalisant l'entretien des espaces lors du chantier et le ramassage des déchets

— RÉSULTATS

Les études et suivis menés depuis 2009 montrent une évolution positive de la biodiversité :

- Les habitats naturels sont restés globalement stables, avec une augmentation notable du nombre d'espèces végétales inventoriées (de 99 en 2017 à 140 en 2021). Les fruticées et pelouses calcaires, initialement présentes, se sont maintenues, notamment autour des chemins et des panneaux solaires.
- Le nombre d'espèces d'oiseaux a augmenté, passant de 13 en 2009 à 52 en 2021. Bien que certaines espèces, comme l'Édicnème criard et le Busard Saint-Martin, aient vu leur présence diminuer, des habitats favorables sont encore présents. D'autres espèces, comme la Pie-grièche à tête rousse, ont disparu, probablement à cause de leur déclin à l'échelle nationale.
- Concernant l'entomofaune, l'Azuré du serpolet a été régulièrement observé depuis 2017. Sa présence est liée à deux comportements : reproduction en périphérie et transit entre les rangs de panneaux solaires. Pour favoriser sa reproduction, un pâturage extensif a été introduit, et ses effets seront à suivre dans les prochaines années.

» Les suivis sur les 3 centrales photovoltaïques et les zones compensatoires seront mutualisés à partir de 2025, suite à la mise en service de Fontenet 3.

» Un comité de suivi se réunira régulièrement, comprenant notamment la DREAL Nouvelle-Aquitaine, la DDTM de Charente-Maritime, le CEN de Nouvelle-Aquitaine et le Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique.



1 MILLION D'EUROS

INVESTIS PAR BAYWA R.E.
POUR L'ÉTUDE, LA GESTION ET LE SUIVI
DE LA BIODIVERSITÉ SUR LE SITE
DE FONTENET, SUR L'ENSEMBLE DE
LA VIE DES 3 CENTRALES



FOCUS
SUR
...

L'adaptation des mesures ERC du parc photovoltaïque de Logelbach (68)

voltalia

UNE CENTRALE SOLAIRE RÉIMAGINÉE POUR LA PETITE FAUNE

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
12,1 MWc

📐 SUPERFICIE
12,2 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2024

— CONTEXTE

Le parc a été installé sur l'ancienne décharge du Ligibel sur la commune de Wintzenheim (68). Au démarrage du chantier en mai 2021, malgré l'absence d'observations de l'espèce sur site lors de l'étude d'impact réalisée en 2019, **une arrivée massive de Crapaud calamite** a été constatée, mettant les travaux à l'arrêt. Cette situation, **fruit d'une conjoncture d'événements exceptionnels** (pluviométrie très importante, mise à l'arrêt du trafic après 18h00 sur la départementale voisine réduisant la mortalité et permettant la migration de l'espèce sur site) poussa Voltalia à réaliser des inventaires complémentaires, motivant le dépôt d'une demande de dérogation espèces protégées.

— ACTIONS

Parmi les obligations fixées par l'arrêté préfectoral de dérogation se trouvent plusieurs mesures de compensation et d'accompagnement :



LA CRÉATION D'UN RÉSEAU DE MARES POUR LA CONSERVATION DU CRAPAUD CALAMITE

L'objectif est de proposer des points d'eau qui restent en eau plus longtemps, en particulier pendant 6 à 8 semaines entre avril et août. Ces sites doivent se réchauffer rapidement au printemps pour favoriser la reproduction, tout en s'asséchant régulièrement pour conserver un caractère pionnier. Le site, d'au moins 100 m² avec des berges en pente douce, est situé dans une dépression naturelle et est alimenté par les eaux de pluie et un système de drainage. Aucune végétation n'a été implantée afin de préserver le caractère pionnier du site.



L'AMÉLIORATION DES HABITATS TERRESTRES DU LÉZARD DES MURAILLES ET DU CRAPAUD CALAMITE

L'objectif est de créer des zones de repos et des abris qui soutiennent les cycles de vie de ces espèces alternant entre hibernation (octobre à février) et activité (mars à septembre). Une trentaine d'abris de différentes tailles sont dispersés dans des zones enherbées, sous forme de merlons (petits monticules) d'1 mètre de haut, utilisant des pierres, du bois, et des branchages trouvés sur place.



LA SURVEILLANCE ET LA GESTION RÉCURRENTE DES INTER-RANGÉES ET AUTRES ZONES PRAIRIALES

Les espaces prairiaux des zones dédiées aux mesures favorables au Crapaud calamite sont maintenus avec un couvert végétal suffisant durant la période d'activité des crapauds et lézards afin de conserver de bonnes ressources alimentaires et de limiter la prédation.

— AUTRES MESURES ERC-A-S

- Évitement des haies et des secteurs favorables au Crapaud calamite
- Lors du chantier, mise en place d'une clôture avec un filet anti-franchissement
- Capture et déplacement des crapauds lors des travaux
- Planification du chantier du parc photovoltaïque de Voltalia et de celui concomitant d'Engie : enchaînement afin de transférer les crapauds d'un site sur l'autre lors des phases respectives de chantier et réduire le risque de mortalité par écrasement
- Suivi du chantier par un écologue
- Limitation de l'éclairage nocturne durant les phases travaux et exploitation
- Maintien sur site de certains grumes de la barrière anti-amphibiens
- Amélioration de la franchissabilité des clôtures pour favoriser la mobilité de la petite faune



— RÉSULTATS

- Des centaines de crapauds calamites ont été observés dès la première année de suivi
- La mare était déjà en eau après seulement quelques jours d'installation, et une ponte de Crapaud calamite puis des têtards y ont été observés. Une intervention une à deux fois par an est à prévoir afin de limiter l'envahissement par la végétation
- Trois hibernaculum formés de pierres de différents diamètres, de grumes, de branches et de terre ont été installés sur le site, ainsi que 34 abris. Le suivi photo se révèle positif quant à leur appropriation par les amphibiens.
- De nombreuses espèces ont été observées sur site : lézard des murailles, faucons...

» Le parc de Logelbach est un modèle d'adaptation des mesures environnementales à un contexte environnemental dynamique.



QUI ES-TU, CRAPAUD CALAMITE ?

Le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) vit principalement en Europe occidentale dans des habitats ouverts tels que les carrières et les prairies sèches. Il privilégie les sols meubles pour creuser des abris et les mares temporaires pour la reproduction. Son habitat disparaît progressivement, menacé par l'urbanisation, l'agriculture intensive et l'exploitation des carrières. La pollution et le drainage des zones humides accentuent le déclin de ses populations, tandis que la fragmentation des territoires complique les échanges entre groupes, augmentant ainsi leur vulnérabilité et mettant en péril l'espèce.



FOCUS
SUR
...

Le parc photovoltaïque citoyen du Soleil de Chanenc (04)

enercoop
L'énergie
militante

UNE VALORISATION RÉUSSIE D'UN SITE À L'ABANDON EN CONTEXTE FORESTIER

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
5 MWc

📐 SUPERFICIE
4,4 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2025

— CONTEXTE

Initié en 2019, le projet de parc photovoltaïque au lieu-dit Chanenc, sur la commune de Jausiers, valorise **un ancien site d'entraînement militaire**, laissé en friche sans conflit d'usage agricole depuis 2009. L'installation s'implante sur une zone assez plane à flanc de versant sud, à environ 1500 mètres d'altitude, le rendant **imperceptible depuis le fond de la vallée** et seulement ponctuellement visible depuis certains points hauts.

Le site concerné se décompose en 3 secteurs : une zone ouverte sur 3 ha au centre, une zone de repousse récente de la forêt sur 1,9 ha et une zone de boisements plus anciens sur environ 2 ha supplémentaires. Les enjeux écologiques ont été pris en compte dans l'implantation finale du projet en se restreignant aux zones à enjeux faibles à modérés et en **évitant les zones à enjeux forts** comme les boisements anciens. Ces zones sont caractérisées comme telles en raison de la présence d'espèces patrimoniales et protégées comme l'Isabelle de France, la Chouette de Tengmalm et la Chevêchette d'Europe dans la pinède ou encore l'Alouette lulu et le Léopard des Murailles dans la zone ouverte.

Enercoop a alors fait le choix d'implanter plusieurs mesures environnementales pour intégrer parfaitement la centrale photovoltaïque dans son environnement forestier.

QU'EST-CE QU'UN PARC D'ÉNERGIES RENOUVELABLES « CITOYEN » ?

On appelle « citoyen » un projet de production d'énergie renouvelable (EnR) qui **ouvre majoritairement son capital au financement collectif et son pilotage aux acteurs locaux**, dans l'intérêt du territoire et de ses habitants.

Dans le cas du parc photovoltaïque du Chanenc, les parties prenantes sont multiples :

- L'Association Syndicale Libre du Planet (ASL) est propriétaire et gestionnaire du terrain, et participe activement aux décisions
- Les porteurs du projet, sociétaires de la SAS Le Soleil de Chanenc, créée pour l'occasion :
 - Enercoop PACA, fournisseur d'électricité renouvelable, actionnaire de la société assurant le projet, et en assure l'animation et la concertation
 - Energie Partagée Investissement
 - Le bureau d'études EGREGA, en charge de la coordination générale du projet et s'appuie sur plusieurs bureaux d'études spécialisés

L'ouverture d'un actionariat citoyen en phase construction et exploitation via la coopérative citoyenne locale Energie Moderne Ubaye permet ainsi aux habitants qui le souhaitent d'investir dans le projet.



Site d'implantation du parc photovoltaïque
© SAS Le Soleil de Chanenc



© SAS Le Soleil de Chanenc



Chouette de Tengmalm
© S. Wroza

Isabelle de France © S. Wroza

— MESURES MISES EN PLACE



ÉVITEMENT

- Évitement complet des 2 ha de boisements anciens (pinède en bon état de conservation)
- Évitement d'une mare accueillant des salamandres tachetées
- Conservation d'un bâtiment de l'armée accueillant ponctuellement des chauves-souris
- Adaptation du calendrier de chantier



RÉDUCTION

- Installation d'une clôture grande maille, permettant le passage de la petite faune, afin de limiter le cloisonnement du site et le fractionnement des habitats d'espèce
- Abattage manuel des pins et stockage au sol en andains afin d'éviter la circulation d'engins lourds sur la litière de la pinède pour éviter l'écrasement des chrysalides de l'Isabelle de France. Ils seront laissés 8 mois au sol en attendant la sortie des imagos
- Adaptation du calendrier de chantier, qui bénéficie d'un contrôle environnemental



COMPENSATION

- Travaux sylvicoles dans la vallée de l'Ubaye en partenariat avec l'ONF, le CRPF et le Parc du Mercantour : enrichissement, plantation, dégagement de mélèze...
- Pose de nichoirs à Chouette de Tengmalm et Chevêchette d'Europe
- Création de microhabitats favorables aux amphibiens et reptiles
- Arrachage et dessouchage d'espèces exotiques envahissantes (EEE)



ACCOMPAGNEMENT

- Mise en place d'un groupe local de travail concerté pour les mesures environnementales



SUIVIS

- En phase exploitation, suivis réguliers des mesures mises en places et de la résilience de la faune et de la flore, avec une attention particulière à la Chouette de Tengmalm, la Chevêchette d'Europe et l'Isabelle de France

Les travaux ont commencé en septembre 2024 pour le défrichage des 1,9 ha et se poursuivront en juin 2025 par l'implantation des tables de panneaux photovoltaïques, des postes techniques...

» **Quatre années de suivis seront réalisées dans les 10 années suivant la mise en service de la centrale photovoltaïque, afin de s'assurer du maintien voire de la progression des espèces végétales et animales détectées lors de l'état initial.**

FOCUS
SUR
...

La restauration d'une zone humide autour du parc photovoltaïque de Saint-Julien-sur-Cher (41)

enoé.
créateur d'énergies

GARANTIR L'INSERTION DU PROJET SOLAIRE AU SEIN D'HABITATS FONCTIONNELS

⚡ PUISSANCE INSTALLÉE
4,9 MWc

🏠 SUPERFICIE
4,5 ha

⚙️ MISE EN SERVICE
2021

— CONTEXTE

Le parc photovoltaïque est installé sur le terrain en friche du lieu-dit « Les Margodins » au sein de la zone d'activités des Noues. Il est situé à proximité d'une zone humide Natura 2000 dans un ancien champ cultivé, abritant plusieurs espèces faunistiques et floristiques protégées (Damier de la succise, Grenouille agile, Triton palmé, Crapaud commun, Grenouille verte...). Bien qu'aucun réservoir de biodiversité n'ait été identifié au sein du site lors de l'étude d'impact, **un intérêt tout particulier a été porté aux habitats** de ces espèces lors de la conception du parc.

— ACTIONS

■ 1. Évitement

Si le projet initial couvrait 8,14 ha, **près de la moitié du site a finalement été préservée** afin d'éviter de forts impacts sur les milieux les plus riches en biodiversité. La surface préservée couvre la partie nord de l'aire d'étude, abritant des milieux favorables à des espèces protégées d'amphibiens en phase terrestre et d'insectes.

■ 2. Réduction

Le chantier a été adapté au mieux à la faune présente, et un écologue a suivi le chantier pour s'assurer que les entreprises en charge des travaux limitent au maximum leurs effets sur les milieux naturels, notamment par la prévention du risque de pollution accidentelle des eaux et des sols. L'installation des panneaux par la technique des **pieux battus** contribue à préserver les sols, tandis que la gestion du site pendant toute la durée d'exploitation du parc sera assurée par le **pâturage**.

■ 3. Compensation

Les surfaces évitées ont été valorisées afin d'améliorer la fonctionnalité de la zone humide, grâce à plusieurs actions de génie écologique :

- **Création de bouchons hydrauliques**, permettant de freiner les écoulements et de rehausser le niveau de la nappe, et ainsi favoriser la reproduction d'amphibiens dans les fossés en eau ;
- **Création de mares** permettant la reproduction de plusieurs espèces de libellules, d'amphibiens (Crapaud commun, Grenouille verte et Triton palmé) et d'une espèce de reptiles (Couleuvre helvétique) ;
- **Restauration de milieux en faveur des zones humides** sur le site de compensation favorisant la présence d'espèces avifaune patrimoniale (en particulier la Pie-grièche écorcheur) ;
- **Restauration des prairies** favorisant la présence de papillons et la plantation de haies le long des clôtures.

— RÉSULTATS

■ Bouchons hydrauliques

Les bouchons hydrauliques sont entretenus afin de maintenir leur efficacité. Le remplissage des fossés varie selon la saison et les conditions météorologiques. **La flore hygrophile** (joncs, quenouilles...) a repris possession des lieux. **Des reproductions d'amphibiens**, notamment de Grenouille agile, ont été observées dans les fossés lors des deux années de suivis (2022 et 2024). La Couleuvre helvétique a également été aperçue en chasse à proximité.

■ Mares

Deux mares ont été créées dans la zone de compensation, permettant d'y observer, entre autres, la Grenouille verte et la Grenouille agile. **Plusieurs plantes hygrophiles**, comme l'Iris des marais et le Jonc diffus, ont bien repris autour des mares, qui restent en eau toute l'année et sont des lieux de reproduction pour des libellules.

■ Restauration des milieux

L'observation d'au moins un couple de **Pie-grièche écorcheur** laisse supposer que les fourrés au sein de la zone de compensation associés aux milieux ouverts alentours sont favorables à la reproduction de cette espèce, en plus de son alimentation. **Plusieurs autres espèces patrimoniales y ont été identifiées**, et au moins deux d'entre elles ont commencé à y nicher : le Tarier pâtre et l'Alouette des champs. La zone sud-ouest abrite des nids du papillon Damier de la Succise, nécessitant sa préservation.

■ Restauration des prairies

Le **Damier de la Succise** est considéré comme « vulnérable » dans la région et fait l'objet d'un plan régional de protection. Observé en 2015, puis non revu en 2018, **sa présence a été confirmée en 2022 et 2024 dans la zone de compensation**, principalement à l'ouest : des adultes, des chenilles, des chrysalides et des pontes ont été observés. **D'autres papillons de jour patrimoniaux ont été observés** sur la parcelle de compensation, comme l'Azuré des Cytises et le Grand damier.



© A. Tsaknakis

QUI ES-TU, PIE-GRIÈCHE ÉCORCHEUR ?

La Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*) habite les haies et zones broussailleuses d'Europe et d'Asie. Connue pour empaler ses proies sur des épines, elle se nourrit d'insectes, petits reptiles et rongeurs. Bien que non considérée comme une espèce menacée, elle 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.

— PERSPECTIVES

- » Les prochains suivis permettront de qualifier au mieux la reconquête de la végétation hygrophile et de la faune associée.
- » Une modification de la localisation des fourrés permettra de rendre la zone plus intéressante pour la Pie-grièche écorcheur, qui préfère les milieux semi-ouverts.
- » Un ajustement du plan de fauche basé sur les observations de 2022 et 2024 permettra de maintenir un milieu favorable au Damier de la Succise.
- » **Les travaux de compensation entrepris dans le cadre du parc photovoltaïque de Saint-Julien-sur-Cher ont permis de maintenir la présence des deux espèces à fort enjeu patrimonial, et les actions de génie écologique prévues au cours de la vie de la centrale permettront de renforcer son attractivité.**



© H. Bouyon

QUI ES-TU, DAMIER DE LA SUCCISE ?

Le Damier de la succise (*Euphydryas aurinia*), est un papillon que l'on retrouve principalement dans les prairies humides et les clairières, où il dépend étroitement de la Succise des prés, une plante essentielle pour la survie de ses chenilles. Autrefois commun dans de nombreuses régions d'Europe, ce papillon voit ses populations diminuer en raison de la perte d'habitats et des pratiques agricoles intensives.

Photovoltaïque et biodiversité : Concilier accélération et préservation

Face au changement climatique, le déploiement de l'énergie solaire photovoltaïque 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, le photovoltaïque a des impacts sur l'environnement, mais ceux-ci sont de mieux en mieux connus et maîtrisés. Le principal enjeu réside dans l'éco-conception des centrales au sol, une démarche aujourd'hui au cœur des pratiques de la filière. Ces centrales sont absolument indispensables pour accélérer massivement le développement du photovoltaïque tout en garantissant une électricité à la fois bas-carbone et à bas coût pour tous.

Contrairement à de tenaces idées reçues, il est tout à fait possible de concilier centrales au sol et respect de l'environnement. En privilégiant l'installation sur des terrains dégradés, en réalisant des études environnementales rigoureuses quel que soit le milieu d'implantation et grâce à des mesures ERCA (Eviter-Réduire-Compenser-Accompagner) appropriées, ces projets s'y intègrent harmonieusement sans compromettre les continuités écologiques. Loin d'être une menace, les centrales solaires sont alors un levier puissant pour valoriser des espaces sous-exploités et préserver les écosystèmes qui les entourent, en mobilisant d'ici 2050 moins de 0,5 % du territoire national. De plus, le développement rapide de l'agrivoltaïsme ouvre de nouvelles perspectives. En combinant production agricole et production d'énergie solaire, cette approche transforme des sols déjà artificialisés en espaces multifonctionnels. Ainsi, non seulement le photovoltaïque devient un moteur de la transition écologique de l'agriculture.

Le monde scientifique s'empare rapidement des thématiques liant photovoltaïque et biodiversité. Grâce aux nombreux programmes de recherche menés, la filière contribue à une meilleure compréhension des écosystèmes terrestres et lacustres au cœur des territoires. Ce savoir est un levier pour améliorer encore



“ Le photovoltaïque incarne la transition écologique en marche, celle qui combine innovation, respect des territoires et justice sociale. L'heure n'est plus au doute, mais à l'action pour accélérer son déploiement en cohérence avec la préservation de l'environnement. ”

Anne-Catherine de Tourtier,
présidente de France renouvelables



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.

Trop souvent, la question de l'impact du photovoltaïque 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 photovoltaïque éco-conçu.

Le sérieux et l'investissement dont la filière photovoltaïque 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 du solaire dans ce domaine, ainsi que l'efficacité des mesures déjà mises en places.

À court terme comme à long terme, le photovoltaïque 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 photovoltaïque représentée par France renouvelables poursuit sa recherche d'exemplarité environnementale, et renforce année après année les moyens financiers et humains consacrés à la biodiversité, pour continuer à relever les deux plus grands défis du siècle.

REMERCIEMENTS

Un grand merci à **Ludivine Doyen** (Biotope), **Véronique de Billy** (Office Français de la Biodiversité), **Camille Leroux** (Auddicé Biodiversité), **Vivien Chartendraul** (LPO AuRA), **Caryl Buton** (X-AEQUO), **Sébastien Ackermann** (AS Développement) et **Ana Dubois** (Amarenco) 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 rendu possible la rédaction des livrets « Éolien & biodiversité » et « Photovoltaïque & biodiversité » :



Retrouvez également



sur france-renouvelables.fr





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

