

**Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel
de la région Pays de la Loire**

Avis du CSRPN plénier du 09/11/2023

Autosaisine sur les attentes du CSRPN concernant le photovoltaïque au sol

Contribution pour un développement du photovoltaïque au sol, flottant et de l'agrivoltaïsme en Pays de la Loire respectant le principe d'absence de perte nette de biodiversité

Sommaire

1	Contexte et objectifs de cette contribution	1
2	Des impacts spécifiques désormais documentés en phase fonctionnement	2
3	Modalités de prise en compte des projets photovoltaïques au sol et flottants dans les dossiers de demande de dérogation espèces protégées	3
3.1	Présentation du projet	3
3.2	Justification des conditions d'octroi	4
3.3	Séquence éviter-réduire-compenser	6
4	Modalités de prise en compte des projets photovoltaïques au sol au titre du patrimoine géologique	8

1 Contexte et objectifs de cette contribution

Cette doctrine concerne les impacts sur les espèces de faune et de flore sauvage protégées au titre du L. 411-2 et suivants du CE ainsi que sur le patrimoine géologique générés par la typologie de projets suivants :

- Photovoltaïque au sol ;
- Photovoltaïque flottant ;
- Agrivoltaïsme.

Elle vise à définir les attentes et prérequis du CSRPN Pays de la Loire vis-à-vis des dossiers de dérogation pour les projets précités. Seuls sont décrites les attentes spécifiques aux impacts des typologies de projet précitées. Pour les autres aspects communs à tous projets, se reporter à la trame nationale d'avis CNPN : <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/trame-d-avis-cnpn-csrpn-du-07-04-2022-a6060.html>

2 Des impacts spécifiques désormais documentés en phase fonctionnement

Si les impacts directs liés aux travaux d'aménagement et de démantèlement d'un projet photovoltaïque (PV dans la suite du document) au sol, flottant ou agrivoltaïque ne présentent pas de spécificités particulière (ADEME, 2023), **les impacts des projets PV au sol et flottant en fonctionnement ont été récemment documentés et sont désormais susceptibles d'induire un risque suffisamment caractérisé pour les espèces protégées**. Le tableau suivant propose à cet effet une synthèse de l'état de l'art de la caractérisation de ces impacts. Si, la bibliographie citée ne traite pas spécifiquement des projets agrivoltaïques, elle pourra être valorisée utilement pour la caractérisation de leurs effets analogues avec les projets PV au sol. Pour une vision exhaustive des impacts, se reporter notamment au guide ADEME (2023).

Tableau 1 : Synthèse de l'état de l'art des impacts d'un projet PV au sol et flottant sur la biodiversité en phase fonctionnement. Si, la bibliographie citée ne traite pas spécifiquement des projets agrivoltaïques, elle pourra être valorisée utilement pour la caractérisation de leurs effets analogues avec les projets PV au sol.

Taxon	Impacts, en termes de destruction d'individus, destruction ou dégradation d'habitat (dont liée à la perturbation), fragmentation, perturbation
Flore et habitats	<p>En contexte tempéré, il a été observé sous les panneaux une modification du microclimat (lumière, hygrométrie) pouvant générer des conditions défavorables aux plantes pollinisées par les insectes (Nocentini <i>et al.</i>, 2013) ainsi qu'une simplification des cortèges évoluant vers une domination des graminées en défaveur des plantes associées aux pollinisateurs (Vellot <i>et al.</i>, 2020). L'effet de l'ombrage peut être différent en milieu aride (Graham <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>A la vue des caractéristiques stationnelles, les surfaces sous panneaux ne pourront prétendre à servir de mesures de réduction à l'altération ou à la destruction d'habitats prairiaux ou pelousaires quelque soit la gestion adoptée. Il sera toujours possible de retrouver quelques espèces typiques de ces habitats naturels, mais il sera impossible de retrouver le groupement végétal typique (Tanner <i>et al.</i>, 2014 ; FNE, 2022).</p>
Insectes	<p>En contexte tempéré, les conditions d'ombrage sous panneau sont généralement défavorables aux insectes pollinisateurs (Nocentini <i>et al.</i>, 2013, Vellot <i>et al.</i>, 2020) et entraînent une réduction de la richesse spécifique, de la diversité ou de l'abondance des cortèges d'insecte (ADEME, 2023). L'impact dépend également de la gestion (fauche, pâturage).</p> <p>Les panneaux photovoltaïques réfléchissent une lumière polarisée susceptible d'attirer les insectes aquatiques qui y sont sensibles (insectes polarotactiques). Ce comportement est alors susceptible d'entraîner la mortalité et l'échec de la reproduction des espèces concernées en cas de ponte sur les panneaux du fait de la chaleur et de l'absence d'eau (Horváth <i>et al.</i> 2010 ; Blahó <i>et al.</i> 2012).</p>
Amphibiens, reptiles	<p>Concernant les obligations légales de débroussaillage (OLD), des opérations trop fréquentes, planifiées en période d'activité de la faune, et non phasées (débroussaillage conduit en une seule année) peuvent générer une mortalité d'individus et une diminution brutale de l'habitat disponible.</p>
Oiseaux	<p>Les tendances sur la fonctionnalité des habitats sont parfois contradictoires entre les études et dépendantes des cortèges : les espèces de milieux prairial tels que l'Alouette des champs ou la Perdrix ont été observées comme nichant sur les inter-rangs. Le Rouge-queue noir ou la Bergeronnette grise utilisent les supports d'assises en bois pour nicher (FNE 2022). La Buse variable ou le Faucon crécerelle ont été observés comme exploitant les parcs comme habitat d'alimentation et de reproduction (FNE, 2022).</p> <p>Toutefois à l'échelle globale, Visser <i>et al.</i> (2019), Hernandez <i>et al.</i> (2014) constatent une diminution de la richesse et de la densité des espèces d'oiseaux au sein d'une CPV comparé au paysage environnant similaire. Par ailleurs, un effet d'effarouchement par perturbation visuelle est possible pour les limicoles et anatidés (MTES, 2009).</p> <p>Dans des contextes particuliers de grands parcs PV américains (50 à 550 MW, 50 à 1200 ha), des mortalités par collision ont été constatées auprès d'espèces spécialistes de milieux ouverts ou de zones humides avec des taux de mortalité d'environ 1,82 oiseau/MW soit 0,68 oiseau/ ha/an (Walston <i>et al.</i>, 2015 ; Visser <i>et al.</i>, 2019, Kosciuch <i>et al.</i>, 2020).</p> <p>Les poteaux creux utilisés au niveau des clôtures peuvent constituer des pièges mortels (Noblet</p>

Taxon	Impacts, en termes de destruction d'individus, destruction ou dégradation d'habitat (dont liée à la perturbation), fragmentation, perturbation
	2010 ; McInturff <i>et al.</i> , 2020).
Mammifères terrestres et semi-aquatiques	Les clôtures causent une barrière aux déplacements des grands mammifères. Concernant les petits mammifères, les parcs sont susceptibles d'être transparentes pour ces espèces dès lors que des passages à faune sont inclus dans les clôtures (Buton, 2023). En revanche, l'intérêt des emprises des CPV en termes de site d'alimentation est moindre qu'un milieu semblable en raison de plus faibles ressources d'alimentation (quantité et diversité d'insectes notamment).
Chiroptères	<p>Pour certaines espèces, les parcs PV engendrent une perte importante d'activité de chasse, et dans une moindre mesure de transit, et en particulier sur les parcs de panneaux mobiles. Les parcs PV sont alors utilisés majoritairement comme habitat de transit (Tinsley <i>et al.</i> 2023). Au-delà de la perturbation très probable des panneaux sur le système de localisation par ultrason des chauves-souris, il est probable que la diminution des insectes pollinisateurs au sein des parcs PV réduise leur intérêt comme site d'alimentation.</p> <p>Il a été également observé une confusion des panneaux avec des surfaces en eau lors de tentatives d'abreuvement de chiroptères, laissant penser une dépense d'énergie supplémentaire pour ce groupe liés aux parcs. Ces plans d'eau ne sont plus utilisés ensuite comme site d'abreuvement (Greif & Siemers, 2017 ; Calidris, 2019).</p> <p>A ce jour, la collision des chauves-souris avec des panneaux photovoltaïques n'est pas documentée, mais reste potentielle sur les plans d'eau. Aucune recherche n'a porté directement sur l'incidence des installations photovoltaïques sur la mortalité des chauves-souris en condition naturelle (Enerplan, 2020).</p>
Biodiversité aquatique	<p>Les impacts de CPV flottant que la biodiversité aquatique sont encore mal connus à ce jour (Enerplan, 2020). Il est probable que la modification du microclimat, les modifications des conditions d'éclairage nécessaire à la photosynthèse et la perturbation du substrat entraînent un changement des groupements de végétation aquatique. Il est possible d'assister à une évolution vers des groupements dystrophes, c'est à dire appauvris tant en diversité qu'en structure. Cette évolution aura un effet non négligeable sur la faune aquatique car la structuration des herbiers est essentielle à ces espèces (Pimentel Da Silva & Branco, 2018).</p> <p>L'ancrage des panneaux à terre peut également avoir des impacts sur les berges et les espèces inféodées (amphibiens, etc.).</p>

3 Modalités de prise en compte des projets photovoltaïques au sol et flottants dans les dossiers de demande de dérogation espèces protégées

3.1 Présentation du projet

Le dossier doit décrire précisément :

- La phase travaux (dont pistes d'accès, base vie, défrichements périphériques à la mise en place de clôtures, raccordement, etc.) ;
- Les caractéristiques des panneaux (matériaux des panneaux, types d'ancrage, hauteur, espacements, pente, tracker, largeur des interangs, % de recouvrement, ces détails permettant d'évaluer plus précisément les impacts du projet en phase fonctionnement) ;
- La phase fonctionnement, et en particulier le type de clôtures (voir chapitre impacts), les modalités de gestion (sol nu et végétations, dont **obligations légales de débroussaillage**) ou encore les conditions d'éclairages ;
- La phase de démantèlement.

La description du projet ne doit pas se limiter au parc lui-même mais également à l'ensemble des aménagement connexes et interdépendants. **En particulier, le raccordement doit être intégré au projet faisant l'objet de la séquence ERC.**

3.2 Justification des conditions d'octroi

3.2.1 Absence de solution alternative satisfaisante

Dans un contexte d'effondrement de la biodiversité aggravé par la crise climatique et l'accélération de l'artificialisation des sols ses dernières décennies, compte-tenu des impacts aujourd'hui documentés des projets PV sur la biodiversité générant un vecteur supplémentaire de dégradation des fonctionnalités écologiques, **l'aménagement de projets PV au sol, flottant et agrivoltaïques sur des secteurs non artificialisés (espaces naturels, agricoles et forestiers et secteurs non urbanisés telles qu'anciennes mines et carrières, anciens terrains militaires, etc.) et comportant un risque suffisamment caractérisé pour les espèces protégées n'est pas acceptable sans justification circonstanciée d'absence de solution alternative.** Cette approche s'applique en particulier aux secteurs à enjeux déjà décrits par la bibliographie (zonages d'inventaires, couches d'alerte CBNB, sites visés par des plans nationaux d'action, etc.). Les alternatives en termes de site d'implantation doivent être recherchées en priorité sur les surfaces artificialisées (hangars, stationnement, voirie, zones logistiques, grandes surfaces commerciales, etc.), et en dernier recours, après démonstration préalable d'impossibilité technico-économique d'aménagement sur des surfaces artificialisées, sur les secteurs non artificialisés présentant les risques les plus réduits pour les espèces protégées à l'échelle de l'aire de recherche du site d'implantation.

La démarche de recherche du site d'implantation guidée prioritairement par l'opportunité foncière est en opposition à la démarche ERC, et notamment au principe de priorité donné à l'évitement. Il peut en résulter des situations de séquence ERC « inversée », telle que l'implantation du projet sur un site présentant les enjeux écologiques locaux les plus forts tandis que la compensation est menée sur un site présentant les enjeux écologiques locaux les plus faibles. De telles situations sont en contradiction avec le principe d'absence de solution alternative satisfaisante.

Le maître d'ouvrage pourra s'appuyer sur les différents outils mis à sa disposition dans le cadre de son étude de faisabilité :

- Secteurs à enjeux : bibliographie nationale (INPN), régionale (Biodiv Pays de la Loire, CBNB) et locale (atlas communaux, APNE, etc.) ;
- Secteurs artificialisés : portail cartographique ENR, cartofriches, etc.

L'intégralité des documents-cadres et des orientations fixées par les organismes compétents en matière de planifications énergétique et territoriale cible les sites dits **artificialisés, et/ou dégradés** pour l'implantation des centrales solaires au sol. Ces termes désignent des terrains qui visent à éviter tout conflit d'usage et de minimiser les impacts environnementaux, mais qui peuvent au contraire constituer :

- Des espaces refuges, dépourvus de perturbation humaine, dans un contexte très anthropisé ou d'usages intensifs (friches industrielles par exemple, accueillant régulièrement des espèces protégées et menacées telles que des reptiles, oiseaux de milieux arbustifs ainsi que des chauves-souris) ;
- Des milieux particuliers en régression (anciennes mines et carrières par exemple, accueillant des espèces protégées et menacées de milieux pionniers tels que des amphibiens ou rupicoles tels que le Faucon pèlerin).

Les termes « friche » et « secteur dégradé » rassemblent une diversité de milieux présentant potentiellement des enjeux écologiques variés, et **ce d'autant plus qu'ils jouent un rôle avec la trame verte et bleue.** Ce n'est pas la nature du site (friche industrielle, carrière, etc.) qui indique son niveau d'enjeu écologique, mais une multitude de facteurs spécifiques à chacun de sites (historique, milieux, gestion, rôle visé à vis de la trame verte et bleue, etc.). Ainsi, le maître d'ouvrage doit dépasser cette terminologie pour évaluer réellement l'enjeu du site envisagé sur la base d'étude bibliographique et de terrain proportionnées.

Le tableau suivant alerte sur les **enjeux écologiques potentiellement présents** dans les secteurs dits de « friche » ou « dégradés ». Les enjeux réels doivent être précisément évalués par le maître d'ouvrage sur la base d'études bibliographique et de terrain proportionnées.

Tableau 2 : Potentiel écologique des sites considérés comme « dégradés » dans les documents cadres

Nature du site dégradé (MTEs, 2021)	Potentiel écologique
Site pollué ou friche industrielle	Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches). Les bâtiments et hangars accueillent régulièrement des chiroptères. Les milieux prairiaux peuvent aussi constituer des habitats à forte richesse entomologique et botanique.
Ancienne carrière, ancienne mine	Généralement élevé. Les pierriers, carreaux et mares temporaires constituent des milieux rares pour des espèces menacées telles que le cortège des amphibiens pionniers, ainsi que pour les reptiles. Les fronts de taille – s'ils existent - peuvent être colonisés par le Faucon pèlerin ainsi que les chiroptères au niveau des fissures, écaïlles et tunnels. Des espèces de flore rare et menacées, généralement pionnières, peuvent également y trouver refuge.
Le site est une ancienne Installation de Stockage de Déchets Dangereux, non dangereux ou inertes (ISDD, ISDND, ISDI)	Dépend de la gestion qui en est faite. Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches). Les milieux prairiaux peuvent aussi constituer des habitats à forte richesse entomologique et botanique, en particulier selon le substrat présent (substrat calcicole, affleurement, etc.).
Ancien aérodrome ou un délaissé d'aérodrome	Dépend de la gestion qui en est faite. Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches) et peu imperméabilisé. Les milieux prairiaux peuvent aussi constituer des habitats à forte richesse entomologique et botanique, de même que les milieux rudéraux ou d'évacuation des eaux associés. De par la gestion qui y est faite, on y retrouve également régulièrement des habitats résiduels de lande à très forte valeur patrimoniale.
Délaissé fluvial, portuaire, routier ou ferroviaire	Dépend de la gestion qui en est faite. Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches). Les délaissés ferroviaires présentant des surfaces de ballast sont généralement très favorables aux reptiles. et botanique, de même que les milieux rudéraux ou d'évacuation des eaux associés. De par la gestion qui y est faite, on y retrouve également régulièrement des habitats résiduels de lande à très forte valeur patrimoniale.
Site d'un établissement classé pour la protection de l'environnement (ICPE) soumis à autorisation	Dépend de la gestion qui en est faite. Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches).
Plan d'eau	Dépend de son utilisation en tant qu'habitat pour les oiseaux d'eau (hivernage, nidification, etc.), zone d'alimentation et d'abreuvement pour les chauves-souris, et de la qualité des herbiers en place.
Zone SEVESO ou d'aléa fort ou majeur d'un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)	Dépend de la gestion qui en est faite. Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches). Les milieux prairiaux peuvent aussi constituer des habitats à forte richesse entomologique.
Terrain militaire faisant l'objet d'une pollution pyrotechnique	Dépend de la gestion qui en est faite. Généralement élevé dès lors que le site est enrichi (reptiles, oiseaux de friches). Les milieux prairiaux peuvent aussi constituer des habitats à forte richesse entomologique.

En dépit des contraintes liées à l'aménagement du photovoltaïque en milieu artificialisé (disponibilité du foncier, coûts de structures, sécurité, etc.), ce scénario doit être évalué en priorité et son éventuelle infaisabilité technico-socio-économique démontrée avec un argumentaire circonstancié intégrant notamment :

- des preuves de démarches de prospection en secteur urbanisé (courriers, PV de réunion...);
- une analyse multicritère (social, environnemental et technique) intégrant notamment une comparaison des budgets, mais également des éléments de justification d'impossibilités techniques, administratives, sociales, environnementales.

3.2.2 Raisons impératives d'intérêt public majeur

*« L'article 211-2-1 du CE précise que : Les projets d'installations de production d'énergies renouvelables au sens de l'article L. 211-2 du présent code ou de stockage d'énergie dans le système électrique, y compris leurs ouvrages de raccordement aux réseaux de transport et de distribution d'énergie, sont **réputés** répondre à une raison impérative d'intérêt public majeur, au sens du c du 4° du I de l'article L. 411-2 du code de l'environnement, dès lors qu'ils satisfont à des conditions définies par décret en Conseil d'Etat. »*

En l'attente des décrets précités, la démonstration des raisons impératives d'intérêt public majeur devra précisément démontrer la supériorité de l'intérêt public porté par le projet (échelle du gain du projet) par rapports aux intérêts à long terme associés aux objectifs de conservation de la faune et de la flore sauvage protégée (échelle de l'impact compte-tenu de l'enjeu de l'espèce).

En cas de raison impérative d'intérêt public majeur justifié par le futur décret, il est rappelé que cette condition seule ne préfigure par l'octroi de la dérogation qui doit répondre aux deux autres conditions citées au L 411-2 du CE, c'est-à-dire :

- l'absence de solution [alternative] satisfaisante (voir chapitre 3.2.1 supra);
- le maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

3.3 Séquence éviter-réduire-compenser

3.3.1 État initial

Dans le cadre de l'étude de faisabilité et de la comparaison de variantes d'implantation, il est rappelé l'importance de conduire une solide étude bibliographique alimentée par les différentes bases de données accessibles nationales, régionales et locales (voir chapitre 3.2.1 supra).

Considérant que certains impacts des projets photovoltaïques sur la biodiversité sont encore méconnus et nécessitent de l'acquisition de connaissance, il est demandé au maître d'ouvrage de conduire un état initial proportionné aux enjeux s'inspirant des protocoles nationaux en vigueur, **avec des protocoles de type before-after impact**. A ce titre, les protocoles doivent être précisément décrits et géoréférencés (transects, observation ponctuelles).

Une attention particulière sera portée pour une pression d'inventaire accrue pour les groupes dont les impacts sont souvent minorés bien que désormais documentés (cf. Tableau 1), et en particulier les insectes pollinisateurs et polarotactique qui doivent être suffisamment décrits pour en apprécier les impacts ainsi que sur l'ensemble de la chaîne trophique (oiseaux et chiroptères).

Afin d'évaluer la contribution du site à la trame verte et bleue et la responsabilité locale du site au titre de la conservation des espèces de faune et flore sauvage protégée, l'aire d'étude doit s'étendre au-delà de l'emprise du projet et doit être décrite par une analyse bibliographique et en fonction des enjeux par des inventaires proportionnés.

3.3.2 Eviter

En complément et rappel de la démarche citée précédemment, l'évitement doit être conduit selon les étapes suivantes :

- **évitement à l'échelle des sites d'implantation envisageables :**
 - le plus en amont possible, différents sites potentiels d'implantation doivent être évalués et comparés sur la base d'une analyse multicritère ; l'analyse doit intégrer des sites artificialisés (parkings, centres logistiques, etc.), l'absence d'analyse de site artificialisé doit être dument argumenté ;
 - cette évaluation pourra utilement faire l'objet de prédiagnostic de terrain sur les différents sites pressentis, et s'appuiera a minima la bibliographie existante ;
- **évitement à l'échelle du site d'implantation retenu :** l'évitement géographique (et en cas d'impossibilité la réduction) doit être appliqué pour préserver les enjeux écologiques les plus forts à l'échelle du site.

3.3.3 Réduire

Le tableau suivant synthétise les mesures de réduction en phase conception et fonctionnement spécifiques aux projets PV.

Tableau 3 : Potentiel écologique des site considérés comme « dégradés » dans les documents cadres

Composante	Mesures
Panneaux	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de panneaux à faible réflexion pour atténuer la lumière polarisée et en délimitant sur des panneaux des zones plus petites à l'aide de bandes blanches. • Réduction de l'ombre portée (densité, hauteur et technologie des panneaux). • Réduction de l'angle des panneaux : au-dessus de 37,5°, un risque de collision a été identifié pour les chiroptères en conditions de laboratoire (Zsebok, 2023), sur des surfaces lisses au-dessus de 15 ° et 45 ° en conditions réelles (Ingeme <i>et al.</i>, 2018, Zsebok, 2023), les données de mortalité par collision en conditions réelles étant encore insuffisamment documentées à ce jour. • Prévoir des dispositifs de gestion des eaux de ruissellement au niveau des pistes et à l'aplomb des panneaux pour réduire l'érosion ainsi que son effet de drainage. • Mise en place de trackers avec paramétrage permettant d'augmenter l'ensoleillement sous les panneaux. • Taux du recouvrement et largeur des interrangs : en cas de milieu présentant des enjeux limités (notamment pour les sites artificialisés), il sera préconisé de rechercher une compacité maximale. En cas de milieux de type prairial, la réduction du taux de recouvrement et l'augmentation de la largeur des interrangs peut augmenter les fonctionnalités (nidification pour certains oiseaux prairiaux par exemple) ; les connaissances ne sont pas suffisantes à ce jour pour donner des valeurs seuils de taux de recouvrement et de largeur d'interrang (se reporter aux retours d'expérience locaux). Attention toutefois de bien mettre en balance cette réduction de compacité avec une augmentation d'emprise qui remettrait en cause la priorité à l'évitement. • Augmentation de la hauteur des panneaux pour améliorer l'ensoleillement sous les panneaux
Clôtures	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter les emprises clôturées et favoriser leur perméabilité et leur visibilité : poteaux larges, passages à petite faune, clôtures "habitat" et végétalisées, couloirs et ouvertures localisées ; • Le périmètre clôturé doit éviter les effets entonnoirs qui conduiraient les animaux vers des secteurs mortifères (route, cul-de-sac, bassin de rétention d'eau). • Les poteaux creux ne doivent pas offrir de cavités accessibles susceptibles de jouer le rôle de piège pour les chiroptères, oiseaux, etc. <p>Pour plus d'information, voir le guide dédié (Buton, C., 2023).</p>
Gestion et	<ul style="list-style-type: none"> • Maintien de la végétation entre les rangs et assurer une gestion conservatoire de la

Obligations légal de Débroussaill ment	<p>végétation au sein et autour du parc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs modes de gestion sont envisageables : gestion différenciée de la végétation (par exemple, fauche tardive à certaines saisons en fonction des espèces présentes et notamment du cycle de vie des insectes), gestion extensive pérenne, pâturage extensif. Débroussaillage tournant phasé sur plusieurs années sur certains secteurs.
---	--

3.3.4 Évaluer les impacts bruts et résiduels

Les impacts bruts et résiduels doivent être évalués selon les différents vecteurs d'impacts et groupes taxonomiques pressentis et aujourd'hui documentés par la littérature scientifique pour les impacts spécifiques des CPV (voir Tableau 1).

3.3.5 Compenser

En cas de compensation in situ, justifier l'efficacité pressentie de la compensation au regard des impacts précités afin de conclure une absence d'impact suffisamment caractérisée.

3.3.6 Suivi

Compte-tenu du faible niveau de mortalité observé à ce stade par les différents programmes de recherche, il n'est pas attendu aujourd'hui de protocole de suivi de mortalité spécifique tel qu'observé dans certains secteurs (éoliennes par exemple).

Le suivi doit avoir lieu a minima sur les zones « évitées » et impactées au niveau de l'emprise et à proximité immédiate. Comme décrit au chapitre « Etat initial » de la présente note, le suivi doit faire l'objet de protocoles répliquables reprenant ceux utilisés dans le cadre de l'état initial (avec des protocoles de type before-after impact) sur une période d'au moins 20 ans (par exemple, n+1, n+3, n+6, n+10, n+20, fréquence et durée à proportionner en fonction des impacts pressentis et la durée d'implantation du parc). Le groupe des insectes doit être systématiquement suivi.

4 Modalités de prise en compte des projets photovoltaïques au sol au titre du patrimoine géologique

Les secteurs faisant l'objet d'un arrêté de protection de géotope doivent être systématiquement évités dès lors que le maintien de l'intégrité des caractéristiques ayant justifié la désignation de l'arrêté de protection ne peut être garanti.

Bibliographie

- ADEME, OFB (2023) Photovoltaïque au sol et biodiversité. Enjeux et bonnes pratiques. 40 p.
- Blahó, M., Egri, Á., Barta, A., Antoni, G., Kriska, G., & Horváth, G. (2012). How can horseflies be captured by solar panels? A new concept of tabanid traps using light polarization and electricity produced by photovoltaics. *Veterinary Parasitology*, 89(2-4), 353-365.
- Buton, C., 2023, Impacts écologiques des clôtures et solutions de remédiation possibles. État des connaissances et bonnes pratiques spécifiques aux centrales photovoltaïques au sol, Cabinet X-AEQUO.
- Calidris, 2019 Photovoltaïque et Biodiversité. Etude bibliographique CGDD (2018) Évaluation environnementale Étude d'aide à la définition des mesures ERC
- Enerplan (2020) Étude de l'impact des parcs photovoltaïques au sol sur la biodiversité, SYNTHÈSE DE LA 1RE PHASE DANS TROIS RÉGIONS DE France. 8 pages
- FNE / Mathien, A., Morelle, S., Roques, A., Levacher, S., Roche, L., Zoffoli, M., ... & Ecorchard, R. (2022). Photoscope-Evaluating a photovoltaic project, Contributing to territorial dialogue.
- Graham, Maggie, et al. (2021) "Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem." *Scientific reports* 11.1 (2021): 7452.
- Greif, S., & Siemers, B. M. (2010). Innate recognition of water bodies in echolocating bats. *Nature Communications*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms1110>
- Hernandez, R.R, S.B Easter, M.L Murphy-Mariscal, F.T Maestre, M Tavassoli, E.B Allen, C.W Barrows, et al. 2014. « Environmental Impacts of Utility-Scale Solar Energy ». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29 (janvier): 766-79. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.041>.
- Horváth, G., Blahó, M., Egri, Á., Kriska, G., Seres, I., & Robertson, B. (2010). Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conservation Biology*, 24(6), 1644-1653.
- Ingeme, Y., Bush, A., Lumsden, L., van Harten, E., Bourne, S., Reardon, T., 2018. Hit or miss could mean life or death for juvenile southern bent-wing bats. *Australasian Bat Society News* 50, 59. Available form: <http://st1.asflib.net/JNS/AUNat/ASF/ASF-ConfProc/ASFConfProcs31.htm> I (accessed December 14, 2022).
- Kosciuch, K., Riser-Espinoza, D., Gerringer, M., & Erickson, W. (2020). A summary of bird mortality at photovoltaic utility scale solar facilities in the Southwestern US. *PloS one*, 15(4), e0232034.
- Lafitte, A., Sordello, R., De Crespín De Billy, V., Froidevaux, J., Gourdain, P., Kerbiriou, C., Langridge, J., Marx, G., Schatz, B., Thierry, C., Reyjol, Y., 2022. What evidence exists regarding the effects of photovoltaic panels on biodiversity? A critical systematic map protocol. *Environ Evid* 11, 36. <https://doi.org/10.1186/s13750-022-00291-x>
- McInturff, Alex, Wenjing Xu, Christine E Wilkinson, Nandintsetseg Dejid, et Justin S Brashares. 2020. « Fence Ecology: Frameworks for Understanding the Ecological Effects of Fences ». *BioScience*, septembre. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa103>
- MTES 2009 Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol – L'exemple allemand. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire. Direction générale de l'énergie. Janvier 2009. 46 pages
- MTES, 2021 Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire « Centrales au sol » publié le 15 juin 2021, Ministère de la transition écologique
- Nocentini, Daniele, Ettore Pacini, Massimo Guarnieri, Diego Martelli, et Massimo Nepi. 2013. « Intrapopulation Heterogeneity in Floral Nectar Attributes and Foraging Insects of an Ecotonal Mediterranean Species ». *Plant Ecology* 214 (6): 799-809. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0204-z>.
- Région pays de la Loire- DREAL Pays de la Loire, 2022 ÉVITER, RÉDUIRE, COMPENSER Guide d'aide à la décision pour les acteurs ligériens
- Szabadi, K. L., Kurali, A., Rahman, N. A. A., Froidevaux, J. S., Tinsley, E., Jones, G., ... & Zsebők, S. (2023). The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation. *Global Ecology and Conservation*, 44, e02481.
- Tanner, K., Moore, K., & Pavlik, B. (2014). Measuring impacts of solar development on desert plants. *Fremontia*, 42, 15-16.
- Tinsley, E., Froidevaux, J. S., Zsebők, S., Szabadi, K. L., & Jones, G. (2023). Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. *Journal of Applied Ecology*.
- Vellot Océane, Alexandre Cluchier, Pierre Volte, Jean Bigotte, Pierrick Devoucoux, Nicolas Kaldonski, Armin Bischoff, Raphaël Gros, Gabriel Neve, Pierre Illac. 2020. Rapport présentant le bilan des années de suivis écologiques et suivis de restauration du projet PIESO 230 pages.
- Noblet, JF. 2010. « Neutraliser les pièges mortels pour la faune sauvage ». Conseil Général de l'Isère.
- Pimentel Da Silva, G. D., & Branco, D. A. C. (2018). Is floating photovoltaic better than conventional photovoltaic ? Assessing environmental impacts. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 36(5), 390-400. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1477498>
- Visser, E., Perold, V., Ralston-Paton, S., Cardenal, A. C., & Ryan, P. G. (2019). Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa. *Renewable energy*, 133, 1285-1294.
- Walston, L. J., Rollins, K. E., Smith, K. P., LaGory, K. E., Sinclair, K., Turchi, C., ... & Souder, H. (2015). A review of avian monitoring and mitigation information at existing utility-scale solar facilities.