



**PRÉFET
DE LA RÉGION
GRAND EST**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**Guide de recommandations
aux services instructeurs
pour la prise en compte
des zones humides
dans les projets photovoltaïques
en Grand Est**

Juin 2025

Titre du guide

Guide de recommandations aux services instructeurs pour la prise en compte des zones humides dans les projets photovoltaïques en Grand Est

Version de juin 2025

Éditeur

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Grand Est (DREAL Grand Est)
Ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche

Site internet : <https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr>

Coordination éditoriale & relecture technique

D. SPITZ, chargée de mission au pôle eau Rhin-Meuse, délégation de bassin

M. JAMMET, adjoint au chef de pôle eau Rhin-Meuse, délégation de bassin

DREAL Grand Est – service eau, biodiversité et paysages (SEBP)

Rédaction collective

DREAL Grand Est – service eau, biodiversité et paysages (SEBP)

Directions départementales du territoire du Grand Est (DDT)

T. SCHWAB - Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema)

E. PEREZ - Office Français de la biodiversité (OFB)

Illustrations et mise en page

H. Bourion, communication

DREAL Grand Est – service eau, biodiversité et paysages

Crédits photographiques

© DREAL Grand Est, sauf mention contraire

Dépôt légal : juin 2025

Numéro de version : V6.0 – juin 2025

Droits de reproduction

© République Française – 2025

Ce document peut être reproduit librement à des fins non commerciales, sous réserve d'en mentionner la source. Publié sous licence ouverte Etalab 2.0 : <https://etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence>

Contact

DREAL Grand Est – service eau, biodiversité et paysages – pôle eau Rhin-Meuse, délégation de bassin

Courriel : sebp.dreal-grand-est@developpement-durable.gouv.fr

Pourquoi un guide régional pour les projets photovoltaïques en zones humides pour le Grand Est ?

Au cours de ces dernières années, de nombreux projets solaires au sol ont émergé en région Grand Est, notamment sur des zones humides. Jusqu'à récemment les connaissances scientifiques sur les impacts de ces installations dans ces milieux spécifiques étaient insuffisantes mais de récentes études (cf. annexe 1) permettent maintenant d'identifier les différents impacts et de les quantifier.

Selon la surface totale de zones humides impactées par le projet photovoltaïque, le porteur de projet pourra être amené à déposer un dossier d'autorisation ou déclaration au titre de la Loi sur l'eau relative aux installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) relevant de la rubrique 3.3.1.0.

Ce guide a pour objectif d'apporter des recommandations aux services instructeurs des Directions Départementales des Territoires (DDT) du Grand Est pour l'instruction de ces dossiers afin d'aboutir à une lecture homogène de la réglementation sur la région et apporter des réponses aux porteurs de projet.

Comment a été élaboré ce guide ?

Ce guide a été élaboré collégialement dans le cadre du réseau métier « Zones Humides » du Grand Est constitué des services des DDT des 10 départements, du CEREMA, de l'OFB et des services de la DREAL Grand Est.

Contenu du guide

Le présent guide apporte des recommandations aux services de police de l'eau des DDT de la région Grand Est pour l'instruction des dossiers loi sur l'eau relatifs aux projets photovoltaïques en zones humides, notamment sur les modalités de mise en œuvre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC, L 110-1, II 2° du Code de l'environnement¹) à détailler dans ces dossiers relevant de la rubrique IOTA 3.3.1.0.

Ce document de cadrage a pour objectif de garantir la prise en compte des connaissances scientifiques actuelles et des recommandations d'experts dans l'application de la séquence ERC des dossiers. Celle-ci devrait conduire :

- **à prioriser les mesures d'évitement** ; l'implantation d'un projet photovoltaïque en zone humide devant rester l'exception,
- **à prendre en compte, pour les mesures de compensation, l'ensemble des impacts du projet sur les zones humides et respecter le principe de l'équivalence de fonctions** (Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 2, Gayet et al, 2023), **d'habitats et d'espèces** (L 110-1, II 2° du Code de l'environnement).

¹ L110-1 du code de l'environnement, II 2° Le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable. Ce principe implique d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et des fonctions écologiques affectées

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE	5
2. IDENTIFICATION, QUALIFICATION ET QUANTIFICATION DES IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS DES PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL SUR LES ZONES HUMIDES POUR L'APPLICATION DE LA RUBRIQUE 3.3.1.0.....	6
3. APPLICATION DE LA SEQUENCE ERC	10
3-1. LES MESURES D'ÉVITEMENT	10
3-2- LES MESURES DE RÉDUCTION	13
3-3- LES MESURES DE COMPENSATION.....	14
3-4- LE SUIVI DES MESURES ERC.....	14
4. REMISE EN ETAT APRES EXPLOITATION.....	16

1. PRÉAMBULE

Dès lors que le projet est localisé sur un secteur où des zones humides probables (voir carte de pré-localisation du Centre d'expertise et de données du patrimoine naturel PatriNat de février 2023, ou toutes autres cartes de pré-localisation des zones humides) ou effectives (identification de zones humides dans la cadre d'une phase de terrain) ont déjà été identifiées, le porteur de projet devra réaliser une délimitation des zones humides selon l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié et la circulaire DGPAAT/C2010-3008 du 18 janvier 20102 qui précisent les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement. Dans la suite du document, le terme « zones humides » se réfère aux zones humides délimitées selon l'arrêté précité.

Le projet, dans le cas d'un impact potentiel direct ou indirect sur les zones humides, relève de l'application de la Loi sur l'eau au titre de la rubrique 3.3.1.0. : Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais (article R. 214-1 du code de l'environnement), le porteur de projet devra produire un dossier adapté, à savoir :

- **dossier de déclaration** : Si la surface impactée des zones humides par le projet est supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha.
- **dossier d'Autorisation Environnementale** : Si la surface impactée des zones humides par le projet est supérieure ou égale à 1 ha.

Un assèchement, une mise en eau, une imperméabilisation ou un remblai de zones humides de moins de 0,1 ha n'est pas soumis à la réglementation, sauf :

- si le cumul avec des opérations antérieures réalisées par le même demandeur, dans le même bassin versant, dépasse ce seuil,
- si le projet est situé sur un site Natura 2000 ou un SAGE qui peuvent définir d'autres seuils de déclenchement de la rubrique IOTA 3.3.1.0

A noter également que si le projet active une autre rubrique IOTA ou ICPE que la rubrique 3.3.1.0, le porteur de projet devra décliner la séquence ERC dès le premier mètre carré.

²<https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0024008&reqId=67512acc-047a-4e61-b410-76ebca6e438e&pos=3>

2. IDENTIFICATION, QUALIFICATION ET QUANTIFICATION DES IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS DES PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL SUR LES ZONES HUMIDES POUR L'APPLICATION DE LA RUBRIQUE 3.3.1.0

Que ce soit en phase de chantier comme en phase d'exploitation, les installations photovoltaïques au sol (incluant toutes les infrastructures liées à leur fonctionnement) sont susceptibles d'avoir des impacts directs ou indirects sur une zone humide. Il est possible de citer par exemple, l'augmentation du ruissellement et de l'érosion, la modification des écoulements, la création d'un microclimat, la perte de matière organique, la réduction de l'activité biologique et des cycles biogéochimiques, le tassement du sol, l'imperméabilisation de sols auxquels s'ajoutent la dégradation et l'artificialisation d'habitats naturels, (Incidences des centrales PV sur les sols, Séminaire SolEoBio, 14 juin 2024 et PObservatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité³).

Le tableau suivant détaille les opérations liées aux projets de centrales photovoltaïques ayant ou pouvant avoir un impact négatif sur les zones humides et justifiant l'application de la rubrique IOTA 3.3.1.0 :

Opération	Application 3.3.1.0
Terrassements	Oui
Travaux divers nécessitant un passage important d'engin (défrichage, installation des panneaux par exemple) en phase travaux	Cas par cas
Locaux techniques	Oui
Autres plateformes techniques, base vie, parking, systèmes anti-incendie, dispositifs de raccordement au réseau électrique...	Oui
Ancrage des panneaux par longrines en béton	Oui

³ L'Observatoire des énergies renouvelables (EnR) et de la biodiversité est inscrit à l'article 20 de la Loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, ainsi qu'à la mesure 15 (action 2) de la Stratégie nationale Biodiversité (SNB) 2030. Ses missions et son organisation sont fixées au sein du Décret n° 2024-315 du 6 avril 2024. <https://enr-pprod.ofb.fr/>

Ancrage des panneaux par pieux battus	Oui
Autres dispositifs d'ancrage des panneaux et de la clôture	Cas par cas
Pistes carrossables ou pistes stabilisées en grave principales ou secondaires	Oui
Autres types de pistes provisoires et définitives, principales ou secondaires	Cas par cas
Pistes et aménagements relevant des recommandations des services départementaux d'incendie et de secours (SDIS) (obligations légales de défrichage, pistes internes/traversantes, bandes en matériaux incombustibles....) ⁴	Cas par cas
Surfaces dont la gestion nécessite le passage d'un engin en phase d'exploitation <ul style="list-style-type: none"> - Opérations de maintenance, de nettoyage et d'entretien du parc, - Gestion de la végétation située entre et sous les panneaux, sur les obligations légales de défrichage et au niveau de la clôture 	Cas par cas
Fossés d'enfouissement des câbles	Oui
Dispositifs de passage des câbles en aérien	Cas par cas
Surfaces couvertes par les panneaux solaires	Cas par cas
Démantèlement des installations	Cas par cas

Sources : V. de Billy, *Modalités d'instruction des centrales solaires photovoltaïques au sol. Quelles pratiques ? Quelles rubriques ? Quelle articulation des procédures, juin 2024 / Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité.*

Pour chacun des ouvrages et/ou aménagements liés à l'implantation de panneaux photovoltaïques listés dans le tableau précédent, les précisions suivantes sont obligatoirement à apporter :

- les surfaces concernées,
- les surfaces de zones humides concernées
- la localisation,

⁴ Le pétitionnaire devra détailler les préconisations du SDIS du département d'implantation du projet et les intégrer dans son dossier loi sur l'eau

- le détail des opérations prévues pour leur mise en œuvre et/ou leur entretien lors de l'exploitation du site
- la nature et le niveau des impacts sur les zones humides (en phase chantier et/ou en phase d'exploitation)

Concernant les impacts, en présence de zones humides, les principes suivants sont à appliquer :

- **toute modification du niveau du terrain, quel que soit son importance a un impact et est considéré comme un remblaiement.** La jurisprudence (Cass. crim., 25 mars 1998, n° 97-81.389 ; CA Rennes, 9 sept. 1999, n° 98/00864) considère qu'il n'y a pas de hauteur minimale de dépôts de terres ou de matériaux pour considérer qu'il y a un remblaiement. De plus, un nivellement sans apport de terres extérieure, consistant à un arasement des parties hautes et comblement des parties basses est considéré comme un remblaiement.
- le tassement des sols liés au passage des engins en phase de travaux et/ou d'exploitation modifie les écoulements des eaux et génère un phénomène d'assèchement. Les sols des zones humides étant très sensibles au tassement, les passages d'engins peuvent provoquer un assèchement avec impact définitif sur les zones humides. Les études scientifiques démontrent qu'à partir de 3 passages d'engins, les impacts peuvent être significatifs (McNabb et al, 2001). Aussi, dans la majorité des cas, il sera considéré que les pistes, même provisoires assèchent les zones humides. Cependant, les entreprises peuvent utiliser du matériel et des engins adaptés (plaques de répartition de charge, pelleteuse araignée...) pour réduire cet impact.
- L'assèchement sous les panneaux photovoltaïques faisant perdre toute la fonctionnalité de la zone humide, a été constaté dès lors que la largeur inter-rang (distance entre le bord des panneaux d'une rangée au bord des panneaux de la rangée suivante) est inférieure à celle de la largeur des panneaux projetée au sol (soit une densité supérieure à 50%) ou dès lors que la hauteur minimale des panneaux est inférieure à 1,20 m (Elmari et al, 2018 ; Bajehbaj et al, 2024 et Mier-Valderrama et al, 2024).

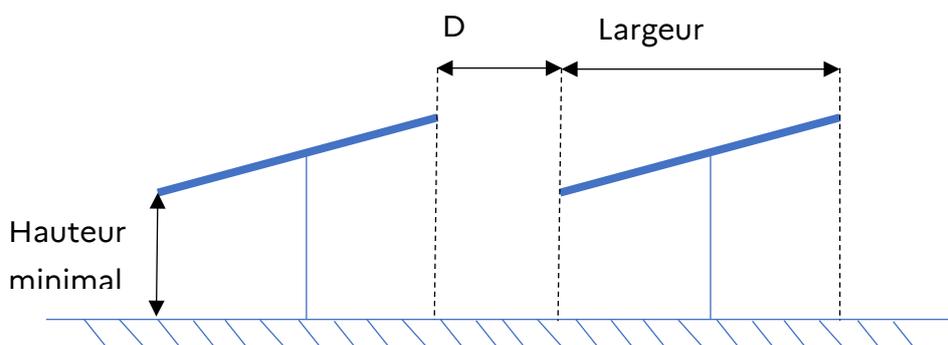


Schéma DREAL Grand Est

En résumé, un projet photovoltaïque peut porter atteinte (impacts directs ou indirects) à l'intégralité des zones humides situées dans son périmètre (y compris les voies d'accès et les réseaux). Dans la plupart des cas, c'est donc la surface totale de zones humides du projet qui doit être comptabilisée pour le déclenchement de la rubrique IOTA 3.3.1.0 et faire l'objet de l'application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser.

3. APPLICATION DE LA SEQUENCE ERC

Au regard des enjeux de préservation des zones humides et des très grandes difficultés pour compenser la fonctionnalité de ces milieux spécifiques, les porteurs de projets devront se concentrer sur les mesures d'évitement et de réduction.

3-1. LES MESURES D'ÉVITEMENT

Cadre général

En application de l'article L110-1 relatif à la séquence ERC, l'implantation d'un projet photovoltaïque en zone humide devrait rester l'exception. La présence d'une zone humide sur tout ou partie d'un projet peut s'avérer rédhibitoire et peut rendre le projet irréalisable. Les porteurs de projets devront démontrer l'absence d'alternative et engager des mesures de réduction et en dernier recours des mesures de compensation. Ces dernières pouvant remettre en cause l'équilibre financier du projet, il est conseillé d'interroger ces aspects relatifs aux besoins de réduction et de compensation le plus en amont de la conception de tels projets.

Le 19 décembre 2023, le Comité Régional Biodiversité Grand Est a adopté une motion⁵ relative au développement des énergies renouvelables dans les espaces naturels en se basant sur l'auto-saisine du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN, Avis n° 2022 – 109 du 7/04/2022). Cette motion a été confortée par l'avis du Conseil National de la protection de la nature (CNPN, Délibération n°2024-16 du 19 juin 2024). Ces 3 institutions recommandent unanimement de cesser le déploiement de centrales photovoltaïques sur les zones humides, protégés et non protégés, en raison de leurs impacts négatifs importants sur ces milieux et de leur incohérence avec les objectifs d'adaptation et d'atténuation du changement climatique. Il est proposé, dans le cadre du présent guide, de s'appuyer sur ces recommandations.

⁵ Motion adoptée en séance plénière du 19/12/2023 : « Principe 2 : Mettre en place des zones d'évitement systématique pour les espaces naturels à forte valeur écologique ou servant de puits de carbone. Ces zones d'évitement systématique seront à préciser dans le travail de construction collective d'une orientation sur le déploiement des ENR sur notre région. Ce travail pour définir les zones d'évitement systématique pourra s'appuyer notamment sur une première liste établie dans le cadre de la contribution du CSRPN sur le développement du photovoltaïque, qui a défini des zones d'exclusion systématiques pour les espaces naturels à forte valeur écologique ou servant de puits de carbone. »

Cas des zones humides spécifiques

Dans les **zones humides remarquables du SDAGE Rhin Meuse** en compatibilité⁶ avec la disposition T3-O7.4.5-D1⁷, l'installation de projets photovoltaïques devra être interdite si elle entraîne une dégradation des zones humides concernées.

De la même manière, certains SAGE ont défini dans leur règlement et leurs documents cartographiques, des **zones humides prioritaires** pour lesquelles, selon le principe de conformité, l'installation de projets photovoltaïques peut être interdite.

Mise en œuvre pratique

L'évitement est la seule phase de la séquence ERC qui permet de s'assurer de facto de la non-dégradation de la cible environnementale visée (milieu naturel, sols, eau, etc.) et de supprimer l'ensemble des impacts environnementaux pouvant être générés par des projets d'aménagement. Cette démarche permet également d'éviter des surcoûts financiers, des délais allongés, voire un refus du projet malgré de nombreux mois d'études.

Dans sa délibération du 19 juin 2024, le CNPN recommande, dans le cas où les potentiels d'installation de panneaux photovoltaïques sur des secteurs déjà artificialisés seraient épuisés et où la nécessité de mise en place de projets de centrales photovoltaïques au sol hors espaces artificiels serait indispensable (en lien avec les besoins de la population du territoire par exemple) pour atteindre les objectifs nationaux de la Stratégie nationale Bas Carbone et de la Programmation pluriannuelle de l'énergies, **que les zones humides fassent l'objet d'un évitement systématique.**

Le porteur de projet devra justifier la mise en œuvre de l'ensemble des étapes précisées dans le guide pour la mise en œuvre de l'évitement (CGDD, 2021 dont la synthèse est présentée en Annexe 2), avant de pouvoir conclure à l'impossibilité d'éviter de déployer son projet totalement ou partiellement en zones humides.

⁶ Absence de contrariété avec les dispositions du SDAGE, dans le cadre d'une analyse globale à l'échelle du territoire pertinent. L'article L. 212-1 du code de l'environnement prévoit que : « XI. – Les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec les dispositions des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux

⁷ Dans les zones humides remarquables, les décisions administratives impactées par le présent SDAGE interdiront toute action entraînant leur dégradation tels que les remblais, excavations, étangs, gravières, drainage, retournement de prairies, recalibrages de cours d'eau*, etc. sauf dans le cas d'aménagements ou de constructions majeurs d'intérêt général, ou si le pétitionnaire démontre que son projet ne dégradera pas les fonctionnalités et la qualité environnementale de la zone humide concernée.

Il est notamment demandé une **analyse territoriale globale**, réalisée à l'échelle du territoire couvert par le Plan Climat-Air-Énergie du territoire (SCOT ou Intercommunalité) ou à défaut l'EPCI avec notamment :

- **l'identification et la hiérarchisation des enjeux environnementaux** du territoire (SCOT ou intercommunalité) afin d'avoir une vision globale des choix possibles d'intégration de l'environnement au projet. Pour la hiérarchisation des enjeux, **l'enjeu de conservation des zones humides est à considérer comme majeur (au sens des classifications utilisées dans le cadre des évaluations environnementales/ études d'impact) ;**
- **l'évaluation des fonctionnalités des zones humides situées sur le projet et à l'échelle du territoire.** La hiérarchisation des enjeux est également directement liée la pertinence de ces évaluations ;
- **l'élaboration et la comparaison des scénarios d'aménagement raisonnables :**
 - présentant des scénarios de déploiement du solaire photovoltaïque sur différents sites notamment :
 - sur le foncier artificialisé, foncier prioritaire conformément à la Loi d'accélération des énergies renouvelables du 10 mars 2023, Axe 3 ;
 - en dehors de toute zone humide ;
 - sur des secteurs présentant le moins d'enjeux environnementaux, zones humides fortement dégradées et très peu fonctionnelles par exemple.
 - présentant des scénarios en termes d'aménagement au sein de la zone retenue : quels sont les scénarios de localisation des équipements au sein de la zone ?
 - **présentant des scénarios en termes de choix technologiques.** S'agissant des centrales photovoltaïques, cela correspond au type d'ancrage (longrines ou pieux), la hauteur des tables, le taux de couverture du sol par les tables, le type d'entretien (mécanique, pâturage, ...), les tampons de sécurité incendie, l'implantation du/des postes de livraison, le type de panneaux...

Ces deux derniers points peuvent également être mis en œuvre pour la phase de réduction.

Point de vigilance : il ne s'agit pas de présenter quelques variantes ou quelques sites mais bien de présenter une analyse poussée des différentes possibilités du territoire considéré. Les zones

potentielles d'installation de projet photovoltaïques exclues d'office par le porteur de projet devront être dûment justifiées.

L'évitement des projets photovoltaïques en zones humides est à considérer comme une règle générale. La justification insuffisante des mesures d'évitement entraînera un refus du dossier.

3.2- LES MESURES DE RÉDUCTION

Pour rappel, les mesures de réduction sont définies après l'évitement et visent à réduire les impacts négatifs permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement, en phase chantier ou en phase exploitation. Il convient de veiller au respect du principe de proportionnalité qui évalue si les mesures prises pour réduire les impacts environnementaux sont appropriées et équilibrées par rapport aux impacts potentiels.

Le porteur de projets devra présenter les mesures de réduction qu'il prévoit de mettre en œuvre en phase de travaux, d'exploitation et, le cas échéant, de démantèlement, notamment :

- les mesures pour limiter les risques de ruissellement, d'érosion et de tassement du sol ;
- les réflexions sur l'éco-design du parc : densité et hauteur des panneaux, distance entre les rangs et entre les panneaux d'une même table, forme du parc, gestion de la végétation... ;
- en cas d'évaluation environnementale, les techniques et matériaux employés en démontrant qu'ils ont la performance environnementale la plus élevée à l'instant T (comparaison de l'analyse du cycle de vie de la fabrication des panneaux, la construction puis au démantèlement dont les émissions de GES avec la perte de potentiel de séquestration du carbone, pollutions (uniquement dans le cas des dossiers soumis à autorisation), prise en compte des espèces, ...) ;
- la prise en compte des espèces inféodées aux zones humides (faune/flore) en proposant des mesures pour réduire les incidences sur les populations.

La réduction des impacts des projets photovoltaïques en zones humides est envisageable mais nécessite parfois des modifications importantes du projet initial.

3.3- LES MESURES DE COMPENSATION

Il est rappelé que les zones humides sont considérées comme des milieux difficilement « compensables » d'un point de vue fonctionnel, selon la définition du guide de l'approche standardisée de la compensation (Ministère de la Transition écologique, 2021). Si les mesures de compensation fonctionnelle proposées par le porteur de projet sont insuffisantes, le projet ne pourra pas être autorisé (L163-1 du Code de l'environnement⁸). Par ailleurs, lors des suivis des mesures compensatoires, si les gains de fonctionnalité s'avèrent inférieurs aux attendus, des mesures compensatoires complémentaires devront être réalisées.

Les compensations s'opéreront par restauration d'autres zones humides dégradées.

Pour garantir l'équivalence fonctionnelle des mesures de compensation proposées, **la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides** (Gayet et al, 2023 (version 2)) **est considérée comme la référence et devra être appliquée**⁹. A défaut, le porteur de projet devra justifier de la pertinence de la méthode employée.

En application de l'article L.110-1 du code de l'environnement et des SDAGE (disposition T3-O7.4.5-D5 du SDAGE Rhin Meuse, disposition 6B-03 du SDAGE Rhône Méditerranée et disposition 1.3.1 du SDAGE Seine Normandie), **la compensation proposée par le porteur de projet doit respecter les principes d'équivalence fonctionnelle et d'équivalence d'habitats et d'espèces. Les propositions de compensation uniquement surfaciques seront automatiquement rejetées.**

3.4- LE SUIVI DES MESURES ERC

Les mesures d'évitement, comme celles de réduction, de compensation et d'accompagnement doivent faire l'objet d'un suivi. Elles seront également bancarisées dans le un système national d'information géographique GéoMCE.

Mesures de suivi de l'évitement

⁸ L 163-1 du Code de l'environnement : Les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité visent un objectif d'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité. Elles doivent se traduire par une obligation de résultats et être effectives pendant toute la durée des atteintes. Elles ne peuvent pas se substituer aux mesures d'évitement et de réduction. Si les atteintes liées au projet ne peuvent être ni évitées, ni réduites, ni compensées de façon satisfaisante, celui-ci n'est pas autorisé en l'état.

⁹ Voir note du 14 mars 2025 cosignée du directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature et du directeur général des infrastructures, des transports et des mobilités.

Le porteur de projet doit proposer des indicateurs quantifiables de suivi de la démarche d'évitement. Ils doivent être en lien avec les choix d'évitement et les mesures prises au sein de la démarche. Par exemple : respect des balisages de l'emprise de la phase travaux, mesures de suivi permettant de s'assurer que le fonctionnement de la ZH n'a pas été modifié, etc.

Mesures de suivi de la réduction

D'une manière générale, toutes les mesures de réductions seront suivies. Le porteur de projet proposera les modalités de ces suivis.

Si des mesures de réduction sont prises concernant la position des panneaux du parc photovoltaïque (densité inférieure à 50%, ou hauteur minimale supérieure à 1.20m), le porteur de projet devra mettre en place un suivi de cette réduction notamment en réalisant un suivi des zones humides sous panneaux avec la méthode Hydrindic. (Clément et al, 2023).

Mesures de suivi de la compensation

En cas de mesures compensatoires, le porteur de projet devra mettre en place un suivi du site de compensation en combinant deux méthodes :

- Systématiquement la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (version 2)
- En complément, une méthode de suivi des zones humides : Hydrindic (Clément et al, 2023) ou Mhéo.

Selon le type de zones humides, il s'agira de définir quelle méthode est la plus appropriée :

- Enjeux hydrologiques et présence d'une nappe : Hydrindic indispensable ;
- Enjeux biologiques forts : Mhéo en identifiant les composantes les plus pertinentes entre flore, odonates et amphibiens ;
- Enjeux hydrologiques, présence de nappe et enjeux biologiques forts : Hydrindic + Mhéo avec choix des composantes les plus pertinentes.

À noter que dans le cas de zones humides avec des enjeux hydrologiques mais non alimentés par la nappe, le porteur de projet devra proposer des mesures de suivi adaptées.

Les services instructeurs veilleront à ce que toutes les mesures de suivi soient inscrites dans les arrêtés préfectoraux.

4. REMISE EN ETAT APRES EXPLOITATION

Les impacts liés au démantèlement d'une installation photovoltaïque peuvent :

- Être prévus dans le dossier loi sur l'eau si la date de fin d'exploitation est déjà programmée. Le dossier devra prévoir la remise en état des sites après exploitation et intégrer un programme de restauration ambitieux de renaturation et de restauration des fonctionnalités des sites impactés et notamment de celles des zones humides dégradées. Un objectif de résultat s'impose au porteur projet et l'engage dans la durée.
- Être inscrit dans l'arrêté préfectoral d'autorisation du projet qui pourra prévoir utilement le dépôt d'un dossier modificatif portant sur cette phase avant l'arrêt effectif d'exploitation.

Références bibliographiques

Conseil National de la protection de la nature, 2024, Auto-saisine relative à la politique de déploiement du photovoltaïque et ses impacts sur la biodiversité, Délibération n°2024-16, Séance du 19 juin 2024 https://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2024-16_avis_deploiement-photovoltaique-impacts-biodiversite_cnpn_du_19_06_2024_vf.pdf

Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel du Grand Est, 2022, Auto-saisine du CSRPN Grand Est au sujet du développement du photovoltaïque au sol en Grand Est respectant le principe d'absence de perte nette de biodiversité, Avis n° 2022 – 109, Séance plénière du 7/04/2022 https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis2022-109-photovoltaique_et_biodiversite.pdf

Comité Régional Biodiversité du Grand Est, 2023, Motion sur le développement des énergies renouvelables dans les espaces naturels, Séance plénière du 19/12/2023 <https://biodiversite.grandest.fr/wp-content/uploads/2024/01/23-12-19-crb-motion-enr-adoptee-vf.pdf>

Commissariat général pour le développement durable, 2021, Guide pour la mise en œuvre de l'évitement, 80 p https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide_pour_la_mise_en_oeuvre_de_l_evitement.pdf

Loi d'accélération des énergies renouvelables, JO du 10/03/23

McNabb et al, 2011, Soil Wetness and Traffic Level Effects on Bulk Density and Air-Filled Porosity of Compacted Boreal Forest Soils

Ancreadakis A., Bigard C., Delille N., Sarrazin F., Schwab T., Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique, guide de mise en œuvre, Commissariat général du développement durable, 2021, 149 p https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Approche_standardisee_dimensionnement_compensation_ecologique.pdf

Gayet G., Baptist F., Biaunier J., Caessteker P., Clément J.-C., Fossey M., Gaucherand S., Isselin-Nondedeu F., Lemot A., Mesléard F., Padilla B. et Pelegrin O., 2023, Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 2, 154 p <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-guides-protocoles/guide-methode-nationale-devaluation-fonctions-zones-humides>

Elamri Y., B. Cheviron, A. Mange, C. Dejean, F. Liron, and G. Belaud, 2018, Rain concentration and sheltering effect of solar panels on cultivated plots <https://hess.copernicus.org/articles/22/1285/2018/hess-22-1285-2018.pdf>

Clément J.C., Gaucherand S., Gayet G., Baptist F., Porteret J., Caessteker P., Magand, C. et Vivier, A. 2023. HYDRINDIC – Suivi et évaluation de la restauration/création de zones humides avec un indicateur hydrologique – version 1. INRAE – OFB, 91 p https://www.zones-humides.org/sites/default/files/guide_hydrindic_v1.pdf

Bajehbaj Rouhangiz Yavari, Cibin Raj, M. Duncan Jonathan, McPhillips, Lauren E., Quantifying soil moisture and evapotranspiration heterogeneity within a solar farm: Implications for stormwater management , Journal of Hydrology 638 (2024) 131474

Mier-Valderrama Luis, Leal Julianna, Perotto-Baldivieso Humberto L., Hedquis Brent, Menendez Hector M., Anrose Anoruo, Turner Benjamin L., Evaluating soil erosion and runoff dynamics in a humid subtropic, low stream order, southern plains watershed from cultivation and solar farm development,, International Soil and Water Conservation Research 12 (2024) 432- 445

Annexe 1 : Liste des récentes publications scientifiques sur l'impact des projets photovoltaïques

- Armstrong A, Ostle NJ, Whitaker J. 2016. Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environmental Research Letters* 11: 074016. DOI: 10.1088/1748-9326/11/7/074016
- Bai Z, Jia A, Bai Z, Qu S, Zhang M, Kong L, Sun R, Wang M. 2022. Photovoltaic panels have altered grassland plant biodiversity and soil microbial diversity. *Frontiers in Microbiology* 13
- Bajehbaj Rouhangiz Yavari, Cibin Raj, M. Duncan Jonathan, McPhillips, Lauren E., Quantifying soil moisture and evapotranspiration heterogeneity within a solar farm: Implications for stormwater management , *Journal of Hydrology* 638 (2024) 131474
- Black T V, Robertson BA. 2020. How to disguise evolutionary traps created by solar panels. *JOURNAL OF INSECT CONSERVATION* 24: 241–247. DOI: 10.1007/s10841-019-00191-5
- 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* 189: 353–365. DOI: 10.1016/j. Vetpar.2012.04.016
- Chock RY, Clucas B, Peterson EK, Blackwell BF, Blumstein DT, Church K, Fernandez-Juricic E, Francescoli G, Greggor AL, Kemp P, Pinho GM, Sanzenbacher PM, Schulte BA, Toni P. 2021. Evaluating potential effects of solar power facilities on wildlife from an animal behavior perspective. *CONSERVATION SCIENCE AND PRACTICE* 3. DOI: 10.1111/csp2.319
- Choi CS, Cagle AE, Macknick J, Bloom DE, Caplan JS, Ravi S. 2020. Effects of Revegetation on Soil Physical and Chemical Properties in Solar Photovoltaic Infrastructure. *Frontiers in Environmental Science* 8. DOI: 10.3389/fenvs.2020.00140
- Conkling TJ, Loss SR, Diffendorfer JE, Duerr AE, Katzner TE. 2021. Limitations, lack of standardization, and recommended best practices in studies of renewable energy effects on birds and bats. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology* 35: 64–76. DOI: 10.1111/cobi.13457
- Devitt DA, Apodaca L, Bird B, Dawyot JP Jr, Fenstermaker L, Petrie MD. 2022. Assessing the Impact of a Utility Scale Solar Photovoltaic Facility on a Down Gradient Mojave Desert Ecosystem. *LAND* 11. DOI: 10.3390/land11081315
- Grodsky SM, Hernandez RR. 2020. Reduced ecosystem services of desert plants from ground-mounted solar energy development. *Nature Sustainability* 3: 1036–1043. DOI: 10.1038/s41893-020-0574-x
- Horváth G, Blahó M, Egri A, Kriska G, Seres I, Robertson B. 2010. Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology* 24: 1644–1653. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2010.01518. X

- Jeal C, Perold V, Seymour CL, Ralston-Paton S, Ryan PG. 2019. Utility-scale solar energy facilities - Effects on invertebrates in an arid environment. *JOURNAL OF ARID ENVIRONMENTS* 168: 1–8. DOI: 10.1016/j. Jaridenv.2019.05.008
- Kamp J, Koshkin MA, Bragina TM, Katzner TE, Milner-Gulland EJ, Schreiber D, Sheldon R, Shmalenko A, Smelansky I, Terraube J, Urazaliev R. 2016. Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts. *Biodiversity and Conservation*, 25212541. DOI: 10.1007/s10531-016-1083-0
- Lambert, Gros R, Bischoff A. 2022. Ecological restoration of solar park plant communities and the effect of solar panels. *Ecological Engineering* 182: 106722. DOI: 10.1016/j. Ecoleng.2022.106722
- Lambert Q., 2023. Vulnérabilité et restauration de la végétation et des sols pour l'intégration écologique des centrales photovoltaïques. Thèse de doctorat. Université d'Aix-Marseille. 234 p.
- Lambert Q, Bischoff A, Cueff S, Cluchier A, Gros R. 2021. Effects of solar park construction and solar panels on soil quality, microclimate, CO2 effluxes, and vegetation under a Mediterranean climate. *Land Degradation & Development* 32: 5190–5202. DOI: 10.1002/ldr.4101
- Lambert Q, Bischoff A, Cueff S, Cluchier A, Gros R. 2021. Effects of solar park construction and solar panels on soil quality, microclimate, CO2 effluxes, and vegetation under a Mediterranean climate. *Land Degradation & Development* 32: 5190–5202. DOI: 10.1002/ldr.4101
- Lambert Q, Bischoff A, Gros, Raphael. 2023. Photovoltaic power stations: an opportunity to promote European semi-natural grasslands ? *Frontiers in Environmental Science* in revision
- Liu Y, Zhang R-Q, Huang Z, Cheng Z, López-Vicente M, Ma X-R, Wu G-L. 2019. Solar photovoltaic panels significantly promote vegetation recovery by modifying the soil surface microhabitats in an arid sandy ecosystem. *Land Degradation & Development* 30 : 2177–2186. DOI: 10.1002/ldr.3408
- Lovich JE, Ennen JR. 2011. Wildlife Conservation and Solar Energy Development in the Desert Southwest, United States. *BioScience* 61: 982–992. DOI: 10.1525/bio.2011.61.12.8
- McCrary MD, McKernan RL, Schreiber RW, Wagner WD, Sciarrotta TC. 1986. Avian Mortality at a Solar Energy Power Plant. *Journal of Field Ornithology* 57: 135–141
- Mier-Valderrama L., Leal J., Perotto-Baldivieso H., Hedquist B., Menendez H., Anoruo A., Turner B. 2024. Évaluation de l'érosion du sol et de la dynamique du ruissellement dans un bassin versant subtropical humide, à faible débit, dans les plaines du sud, en raison de la culture et du développement d'une ferme solaire, *International Soil and Water Conservation Research* 12 (2024) 432e445
- Montag H, Parker G, Clarkson T. 2016. The effects of solar farms on local biodiversity: a comparative study. *Clarkson and Woods and Wychwood Biodiversity*
- Moore-O'Leary KA, Hernandez RR, Johnston DS, Abella SR, Tanner KE, Swanson AC, Kreidler J, Lovich JE. 2017. Sustainability of utility-scale solar energy – critical ecological concepts. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15: 385–394. DOI: 10.1002/fee.1517

- Moscatelli MC, Marabottini R, Massaccesi L, Marinari S. 2022. Soil properties changes after seven years of ground mounted photovoltaic panels in Central Italy coastal area. *Geoderma Regional* 29: e00500. DOI: 10.1016/j. Geodrs.2022. E00500
- Nguyen KC, Katzfey JJ, Riedl J, Troccoli A. 2017. Potential impacts of solar arrays on regional climate and on array efficiency. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY* 37: 4053–4064. DOI: 10.1002/joc.4995

Pas à Pas	Objectifs	Moyen d'actions	Type de mesure
PAS 1 : Identifier et hiérarchiser les enjeux biodiversité sur une zone d'étude élargie	Identifier les enjeux environnementaux sur une zone d'étude pertinente afin d'avoir une vision globale des choix possibles d'intégration de l'environnement au projet.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exploiter les données pertinentes existantes et compléter avec des inventaires de terrains (inventaires ZH existants et délimitation règlementaire de la ZH, autre zonages liés à la biodiversité existants...) Hiérarchiser méthodiquement les espaces de la zone : compiler et croiser les données, hiérarchiser 	Géographique
PAS 2 : Évaluer et justifier le besoin en aménagement	Proposer un projet réaliste avec des objectifs clairs, cohérents et qui évite très en amont toutes les incidences négatives majeures sur l'environnement de façon explicite.	<ol style="list-style-type: none"> Justifier l'intérêt du projet et ses objectifs (précis et chiffrés) Pré-dimensionner le projet en fonction des objectifs définis Justifier le projet par rapport aux documents de planification 	Opportunité

Pas à Pas	Objectifs	Moyen d'actions	Type de mesure
<p>PAS 3 : Élaborer puis évaluer les solutions alternatives quant à l'opportunité du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Être transparent et précis sur les hypothèses qui ont permis d'éviter certains impacts spécifiques ou cumulés induits par les scénarios ; - Rendre lisibles les justifications quant aux composantes du projet retenu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construire des scénarios d'aménagement raisonnables : au minimum : un scénario de référence (sans projet), un scénario représentatif du projet, un scénario de substitution raisonnable 2. Définir précisément le scénario de référence 3. Comparer les scénarios sur une base multicritères 4. Argumenter en quoi le scénario retenu évite les impacts majeurs 5. Considérer pleinement les impacts cumulés dans l'analyse 	<p>Opportunité</p>

Pas à Pas	Objectifs	Moyen d'actions	Type de mesure
<p>PAS 4 : Spatialiser le scénario stratégique retenu compte tenu des enjeux hiérarchisés</p>	<p>Identifier à fine échelle, lors de la définition précise du projet, toutes les mesures d'évitement géographiques possibles afin de supprimer le maximum d'impacts identifiés au préalable.</p>	<p>L'évitement géographique peut consister à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déplacer dans l'espace la totalité du projet - modifier la configuration ou le périmètre du projet - instaurer des zones de mise en défense au sein de l'emprise - faire une modification plus globale du projet (normalement cette étape relève du pas 2) 	<p>Géographique</p>
<p>PAS 5 : Définir, justifier et mettre en œuvre les modalités d'aménagement pour le projet en phase de travaux et en phase d'exploitation</p>	<p>Proposer des mesures d'évitement pour éviter la majeure partie des impacts en phase chantier comme en phase exploitation.</p>	<p>Proposer à l'échelle du projet des mesures d'évitement technique</p> <p>Exemples :</p> <p>En phase chantier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - collecte et traitement des eaux de ruissellement du chantier en circuit fermé ; - réduction ou décalage de l'emprise chantier à l'aval de zones humides ; 	<p>Technique</p>

Pas à Pas	Objectifs	Moyen d'actions	Type de mesure
		<ul style="list-style-type: none"> - modification du tracé des pistes provisoires et de l'emplacement des plateformes techniques pour éviter la traversée de zones humides à forts enjeux écologiques ; - modification localisée du plan de circulation des engins, <p>En phase exploitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mise en place d'une passerelle ou d'un pont... 	
<p>PAS 6 : Suivre les effets de la démarche d'évitement</p>	<p>Assurer l'effet positif sur l'environnement de la démarche d'évitement mise en place grâce à l'élaboration d'un suivi efficace qui s'applique tout aussi bien à la phase travaux qu'à la phase exploitation.</p>	<p>Proposer des indicateurs quantifiables de suivi de la démarche d'évitement :</p> <p>respect des balisages de l'emprise de la phase travaux, mesures de suivi permettant de s'assurer que le fonctionnement de la ZH n'a pas été modifié, etc.</p>	