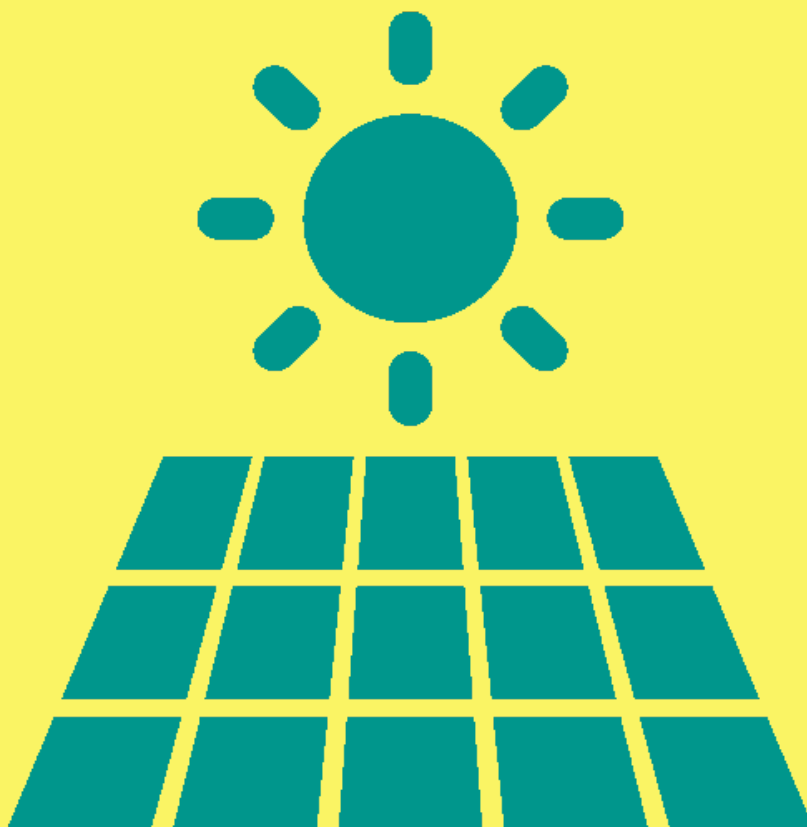


PHOTOVOLTAÏQUE

ENJEUX & IMPACTS

Note de synthèse • Janvier 2022





A PROPOS DE FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT

France Nature Environnement est la fédération française des associations de protection de la nature et de l'environnement. Elle est la porte-parole d'un mouvement de 5 837 associations, regroupées au sein de 46 organisations adhérentes, présentes sur tout le territoire français, en métropole et outre-mer. En déployant tous les outils de la démocratie, des procédures de concertation aux actions en justice, France Nature Environnement défend les intérêts environnementaux et propose des solutions concrètes pour réussir la transition écologique.

Grâce à l'action de ses réseaux thématiques, elle développe une expertise sur de nombreux sujets et partage ces connaissances auprès des citoyens. Elle mène aussi, avec le concours des associations de son mouvement, de nombreuses actions pour sensibiliser divers publics aux impacts de nos modes de production et de consommation. La recherche d'une économie circulaire, plus sobre en ressources et limitant toutes formes de gaspillages, constitue un axe fort de son engagement.

Créée en 1968 et reconnue d'utilité publique depuis 1976, France Nature Environnement est une association indépendante de tout pouvoir politique, économique ou religieux.

Retrouvez plus d'informations sur notre site Internet : <http://www.fne.asso.fr/>

REDACTION

L'énergie solaire est la base de la vie sur Terre, en permettant entre autres la production végétale, et est même à l'origine des énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole, lignite, tourbe, etc). Elle représente aussi un gisement important de production d'électricité et de chaleur renouvelables en France et est amené à jouer un rôle clé dans la transition énergétique.

France Nature Environnement a donc réalisé une revue de la littérature existante sur l'énergie solaire photovoltaïque (PV), dont la présente synthèse permet d'apporter une vision globale des enjeux et des impacts du développement de cette énergie sur la nature, l'environnement, la biodiversité et la transition énergétique des territoires.

Ce document a été rédigé par Adeline Mathien (Réseau Energie), Stéphanie Morelle (Réseau Biodiversité), Salomé Levacher, Anne Roques et Inès Blanc (Réseau juridique), avec les contributions des membres des réseaux thématiques de France Nature Environnement.

Nous tenons à remercier l'ensemble des contributeurs et relecteurs qui nous ont aidés dans nos travaux et en particulier l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie - ADEME et Boralex qui ont apporté leur expertise technique et leur soutien financier à la réalisation de ce projet.

TABLE DES MATIERES

Transition énergétique et énergies renouvelables – Rappels utiles	3
L'énergie solaire – Contexte et définitions	10
Photovoltaïque et transition énergétique	16
Photovoltaïque et enjeux de biodiversité	30
Photovoltaïque et artificialisation	58
Planification des projets photovoltaïques	62
Cadre réglementaire	68
Contacts	91

TRANSITION ENERGETIQUE ET ENERGIES RENOUVELABLES – RAPPELS UTILES

Les changements climatiques, la perte de biodiversité et l'épuisement des ressources représentent un enjeu collectif majeur. Notre manière de consommer et de produire de l'énergie doit changer. Le système énergétique français actuel fait supporter ses impacts environnementaux à d'autres : aux pays étrangers où sont extraites les ressources fossiles ou fissiles, et aux générations futures qui devront gérer les déchets nucléaires et les conséquences des changements climatiques.

La transition vers un système plus sobre en énergie et en gaz à effet de serre (GES) est rendue possible grâce à des mesures conjointes portant sur la réduction des consommations, l'accroissement de l'efficacité énergétique des procédés technologiques et en privilégiant le recours aux énergies renouvelables.

Les énergies renouvelables, produites localement, peuvent s'inscrire dans des projets de territoires en répondant à des besoins de consommation propres à chaque territoire : chaleur, électricité, ou carburant, en cohérence avec les potentiels de production et spécificités environnementales locales, et en tenant compte des besoins de solidarité entre régions.

Une partie non-négligeable de la demande des territoires en chaleur et en électricité peut provenir de l'énergie solaire. En effet, elle constitue un gisement immense et illimité dans le temps, un atout pour les territoires qui s'en emparent : plus grande autonomie énergétique, réduction des émissions de GES, relocalisation de l'économie et création d'emplois.

ENR : BILAN ENVIRONNEMENTAL ET CLIMATIQUE

Définition des énergies renouvelables (EnR) : sources d'énergie dont le renouvellement de façon naturelle est suffisamment rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain.

Ce sont des **énergies de flux** par opposition aux énergies de stock que sont les énergies fossiles et fissiles et qui s'épuisent.

Elles possèdent un meilleur bilan environnemental par rapport aux autres sources d'énergie fossiles et fissiles sur la plupart des impacts environnementaux.

- Elles émettent moins de GES que les technologies fossiles¹
- Elles présentent moins de risques technologiques que les énergies fossiles et fissiles.
- Elles permettent également, pour les pays importateurs d'énergies fossiles comme la France, d'augmenter leur indépendance énergétique et de réduire le poids de la facture énergétique liée à ces importations (44 Mds d'euros en 2019).
- Produites localement, elles permettent d'assurer une sécurité d'approvisionnement et une stabilité des coûts, la préservation de l'environnement, ainsi qu'une relocalisation de la valeur-ajoutée et des créations d'emplois.

¹ ADEME, [Avis de l'Ademe – les énergies renouvelables et de récupération, 2017](#) et [Avis de l'ADEME – Les énergies renouvelables et de récupération – fiche technique, 2017](#) ; [État de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages, et des moyens d'évaluation de ces impacts](#) (2019).

ENR : QUELLE PART DANS LE MIX ENERGETIQUE DE DEMAIN ?

Et dans la mesure où les énergies renouvelables se substituent aux énergies de stocks et sont associées à une **politique ambitieuse de réduction des consommations énergétiques**, elles seraient en capacité de couvrir plus des deux tiers des besoins de la France en 2050¹, voire la quasi-totalité. C'est ce que démontrent désormais de nombreux scénarios de perspectives énergétiques, dont celui de l'association [négaWatt](#) et ceux issus du rapport de l'ADEME « [Actualisation du scénario énergie-climat ADEME 2035-2050](#) » paru en mars 2019, où sur l'ensemble du mix énergétique, les énergies renouvelables pourraient représenter entre 46 et 69 % de la demande d'énergie finale en 2050.

Concernant le mix électrique, les travaux de l'ADEME, « *vers un mix électrique 100% renouvelable en 2050* » présentés en 2016 et actualisés en 2018 dans l'étude « [Trajectoires d'évolution du mix électrique à horizon 2020-2060](#) », démontrent aussi la faisabilité d'un mix électrique où les énergies renouvelables, éolien et solaire en tête, sont les principales contributrices à la production d'électricité (pour des niveaux de demande compris entre 430 TWh et 600 TWh).

Un mix électrique 100% renouvelable est-il réalisable ?

Plusieurs scénarios et études (Ademe 2016 et 2021, Négawatt, RTE 2017, Cired 2020, AIE-RTE 2021, RTE 2021) démontrent qu'il est possible à l'avenir, techniquement et économiquement, de consommer et de produire de manière plus sobre et avec un mix énergétique 100% renouvelable et considèrent **l'énergie solaire photovoltaïque comme essentielle à la diversification du mix électrique**, juste derrière l'éolien.

- Le **scénario de l'ADEME** « [Mix électrique 100% renouvelable ? Analyses et optimisations. Un travail d'exploration des limites du développement des énergies renouvelables dans le mix électrique métropolitain à un horizon 2050](#) » : les scénarios de l'ADEME prévoient des puissances installées de solaire **PV au sol** plus ou moins fortes selon l'acceptabilité des citoyens à cette énergie, allant de presque 50 GW à quasi 100 GW mais aussi 123 GW en grande toiture. + [Actualisation du scénario énergie-climat ADEME 2035-2050](#).

Pour continuer d'alimenter le débat public et nourrir les prochaines stratégies Energie-Climat, **l'Ademe a préparé 4 scénarios de « neutralité carbone » pour 2050**. Dans ces 4 scénarios les EnR représentent plus de 70% de la consommation d'énergie finale.

→ Découvrir les scénarios [Transitions 2050](#) de l'Ademe.

- Le **scénario négaWatt pour la transition énergétique** : dans ce scénario de 2017 le parc PV pourrait produire en 2050 147 TWh (soit plus de 30% de la production électrique renouvelable) pour une puissance installée de 140 GW, dont une vingtaine de GW installés de parcs au sol.

Une actualisation du scénario négaWatt est en cours (2022-2050) pour affiner et confirmer la faisabilité et les paramètres pour atteindre un mix électrique 100% EnR. La part du PV pourrait atteindre dans ce scénario 168 TWh pour 144 GW installés, dont environ 50 GW au sol sans concurrence avec des usages agricoles. Ce scénario suppose un rythme fort soutenu d'installation de 4 GW/an min.

→ Découvrir le nouveau scénario [négaWatt 2022](#).

- Dans les **scénarios de mix électriques de RTE** à horizon 2035 ce sont entre **24 et 48 GW** de puissance installée de solaire PV qui sont envisagées afin de produire entre 28 et 58 TWh (soit 6 à 14% de la production totale d'électricité). Les travaux de RTE également en cours dans le cadre de la préparation de son bilan prévisionnel de l'équilibre offre - demande en électricité en 2050 permettront à l'automne 2021 de comparer des scénarios (6) de transformation à long terme du système électrique sous l'angle technique, économique, environnemental et sociétal pour atteindre la neutralité carbone.

- [L'étude du Cired de 2020](#) démontre qu'un mix composé à 100 % d'énergies renouvelables est *"techniquement possible"* à un coût *"raisonnable"* : 21,4 Md€ par an, à 52 €/MWh, soit *"à peu près le coût du parc de production actuel, hors réseau, tel qu'estimé par la Commission de régulation de l'énergie"*. Dans ce scénario, le PV représente **122 GW** installés.
- Dans un [rapport commun](#) publié début 2021 et commandité par le ministère de la Transition écologique, RTE (gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité) et l'AIE (Agence Internationale de l'Energie) montrent qu'un mix électrique fondé sur des parts très élevées d'EnR est techniquement possible d'ici 2050. D'après ces scénarios, de **50 à plus de 100 GW** de PV pourraient être nécessaires en 2050 pour assurer un mix 100% électrique renouvelable.

Pour aller plus loin sur les scénarios de mix électrique 100% renouvelable :

- <https://fne.asso.fr/actualite/des-scenarios-energetiques-pour-eclairer-les-choix-a-venir>
- https://reseaux.photovoltaique.info/fr/atteindre-les-objectifs-enr/enjeux-et-perspectives/scenarios-vers-un-mix-electrique-100-renouvelable/#les_scenarios_francais

LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DES ENR EN FRANCE

La France, via la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015² et la loi Energie-Climat de septembre 2019³, se fixe comme objectifs :

- **Des consommations** énergétiques finales **divisées par deux d'ici 2050** par rapport à 2012 (environ 1800 TWh),
- **33 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 couverte par les énergies renouvelables,**
- **40 % de la production électrique en 2030 couverte par les énergies renouvelables.**

Le Plan Climat de la France présenté en 2017⁴ vise quant à lui la **neutralité carbone à l'horizon 2050**, objectif inscrit dans la Loi Energie Climat de 2019 et qui implique une division par 6 des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990.

Le saviez-vous ?

Ces objectifs sont retranscrits dans la [stratégie Energie-Climat adoptées en 2020](#) qui comprend :

- La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), feuille de route de la France pour atteindre l'objectif de neutralité carbone à 2050,
- Et la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), outil de pilotage pour modifier le mix énergétique d'ici 2028. **La PPE fixe pour les EnR électriques la hausse de 50 % des capacités d'EnR électriques installées en 2023 par rapport à 2017 (73,5 GW) et leur doublement à l'horizon 2028 (101 à 113 GW).**

Il est possible de suivre l'évolution de ces objectifs avec [l'observatoire Climat Energie](#) (RAC).

² Légifrance, [Loi pour la transition énergétique et la croissance verte](#), 2015

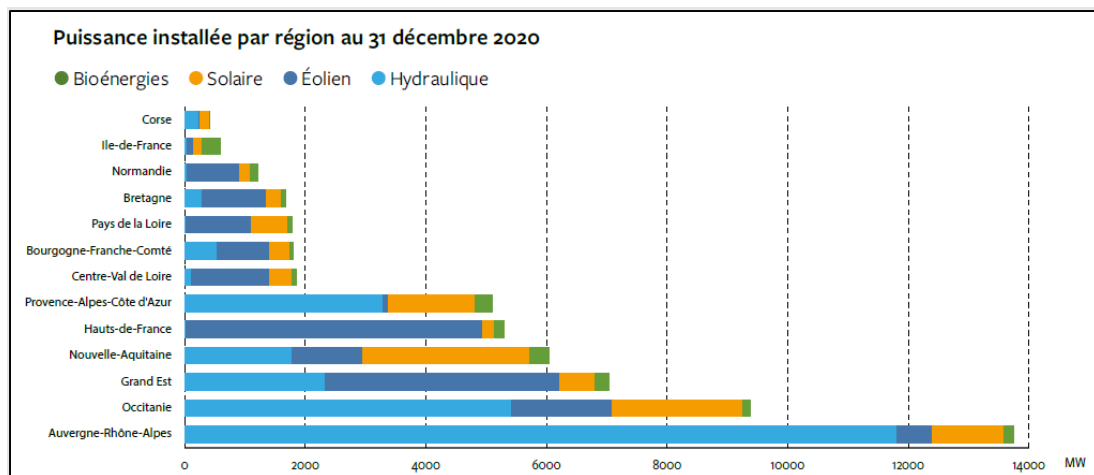
³ MTES, [Loi Energie Climat](#), 2019

⁴ MTES, [Plan Climat 2017](#), 2017

Etat des lieux

Les énergies renouvelables, avec une production de 308 TWh en 2019, représentent **11,7 % de la consommation d'énergie primaire** et **17,2 % de la consommation finale brute d'énergie** en France⁵ (objectif 2030 – 33%).

En 2020, les **énergies renouvelables électriques** avec une production de **120 TWh** représentent déjà presque **27 % de la consommation d'électricité** d'après le [Bilan électrique 2020 de RTE](#) (objectif 2030 - 40%). L'éolien et le solaire représentent déjà 50 % des capacités installées de production d'énergies renouvelables.



(source [Panorama des EnR électriques au 31.12.2020, RTE](#))

Au niveau mondial

D'après les [statistiques de l'Irena](#) – agence internationale pour les EnR, 260 gigawatts (GW) de renouvelables ont été mis en place en 2020, soit une croissance 50 % par rapport à 2019.

Les EnR représentent 80 % des nouvelles capacités électriques mises en service. Le solaire et l'éolien comptent pour 91 % d'entre elles.

L'Agence Internationale de l'Energie (AIE) dans son rapport « [Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector](#) » publié en mai 2021 prévoit que les énergies renouvelables seront à l'origine de près de 90 % de l'électricité en 2050. La part du photovoltaïque et de l'éolien y est prépondérante.

⁵ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-des-energies-renouvelables-edition-2020>

UN ENJEU ECONOMIQUE POUR LES TERRITOIRES

Le déploiement des énergies renouvelables en France représente également un enjeu économique tant en retombées fiscales locales (qui peuvent à leur tour alimenter d'autres actions de transition énergétique) qu'en création d'emplois locaux non-délocalisables.

Les énergies renouvelables pourraient donner lieu à la création de 600 000 à 800 000 emplois d'ici 2050, d'après une étude de l'ADEME et de l'OFCE⁶ et une étude du Cired-CNRS⁷ sur le contenu en emplois du scénario négaWatt.

En 2018, le secteur des énergies renouvelables employait déjà près de 100 000 personnes⁸.

Les EnR, par nature décentralisées et faisant intervenir les acteurs locaux (collectivités territoriales, citoyens, agriculteurs, entreprises locales, ...), dans la conception, le financement, la construction, l'exploitation et la maintenance des projets, participent à la dynamisation socio-économique des territoires.

1. Les différents types de portage de projets EnR

Différentes catégories de projets sont à distinguer en fonction de qui en est à l'initiative (collectivité, collectif de citoyens ou développeur), et de qui en a la gouvernance (qui peut évoluer pendant la durée de vie du projet). Les projets peuvent donc être **privés, publics ou à gouvernance locale** et toutes ces catégories de projet peuvent librement faire appel ou non au « crowdfunding ».

- **Les projets privés** : menés par une société privée dotée des capitaux nécessaires (cas le plus fréquent en France aujourd'hui). Ces sociétés privées, communément appelés développeurs, peuvent associer des acteurs, locaux ou non, dans le financement du projet.
- **Les projets publics** : souvent initiés par une collectivité qui s'associe à des partenaires privés qui peuvent être liés au territoire. Ces projets sont fréquemment portés par une société d'économie mixte (SEM) et peuvent aussi comprendre un financement des citoyens.
- **Les projets à gouvernance locale ou dits « citoyens »** : Depuis les années 2010 notamment, l'ensemble des acteurs locaux peuvent s'impliquer dans la création, le financement et la gouvernance de projet d'énergie renouvelable, et ainsi se réapproprier les questions d'énergie. Ce sont des projets lancés par un groupe de particuliers, d'agriculteurs ou des acteurs de l'économie sociale et solidaire (coopératives) qui ont la maîtrise totale ou partielle du projet et qui peuvent s'appuyer sur les collectivités locales et sur les professionnels.

Le saviez-vous ? Les **projets participatifs** sont définis par l'ADEME comme tout « *projet pour lequel des particuliers ont pu s'investir de manière très large : dans son financement, son montage et/ou dans sa gouvernance en cours de fonctionnement. Les projets peuvent avoir été initiés par des citoyens, des développeurs professionnels et/ou des collectivités* »⁹

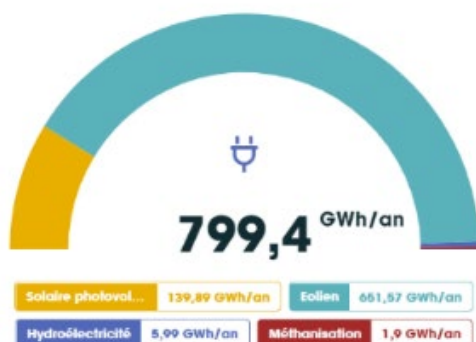
En permettant aux collectivités et aux citoyens de devenir des parties prenantes de projets d'énergie renouvelable, les **projets participatifs maximisent les retombées socio-économiques** pour les territoires. C'est aussi une opportunité pour passer de projets d'EnR subis à des projets de territoires de production d'EnR choisis pour aller vers la notion de territoire à énergie positive.

⁶ Ademe, [L'évaluation macroéconomique des visions énergétiques 2030-2050 de l'ADEME](#)

⁷ Cired-CNRS, [L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France. Une analyse input-output du scénario négaWatt](#), 2013

⁸ <https://www.ademe.fr/marches-emplois-concourant-a-transition-energetique>

⁹ Ademe, [Quelle intégration territoriale des énergies renouvelables participatives ?](#), 2016



Plus de **200 projets** à gouvernance locale labellisés ont déjà vu le jour, produisant l'équivalent de la consommation d'électricité de presque **700 000 personnes**.

Retrouvez [la carte des initiatives citoyennes](#) et [les chiffres clés de l'énergie citoyenne](#) sur le site [Énergie partagée](#).

- Ils présentent de nombreux avantages pour les territoires :
 - + 2 à 3 fois **plus rentables** pour le territoire que les projets privés
 - + Meilleure **répartition des richesses** entre territoires urbains et ruraux
- + Bénéfices qui peuvent être **réinvestis** dans les actions d'économie d'énergie (rénovation des bâtiments, etc.)
- + Meilleur contrôle des projets par les collectivités (modalités d'implantation, prise en compte des risques d'impacts...)

(Source : [Énergie partagée](#))

Cette tendance s'accompagne également des travaux de régionalisation des scénarios de transition énergétique tels que Virage Energie Nord Pas de Calais, NégaWatt PACA, etc.

A noter, l'émergence en zones rurales de nombreuses démarches citoyennes qui peuvent être soutenues en partie par des acteurs tels qu'Energie Partagée ou Enercoop. A noter également la démarche portée par Rhône Alpes Energie Environnement de « centrales villageoises » visant à rassembler les collectivités et les citoyens à l'échelle d'un territoire (par exemple EPCI) pour faire émerger des projets photovoltaïques (en toitures ou au sol) en zone rurale. Ces projets en phase d'émergence sont souvent des projets de petite taille et ont une portée pédagogique forte permettant au territoire de se réapproprier la question de l'énergie.

POUR ALLER PLUS LOIN

Sur la transition énergétique

- FNE, [l'essentiel de la transition énergétique](#), 2021
- RAC, [Transition énergétique, en finir avec les idées reçues](#), 2017
- Le site du Ministère de la Transition Ecologique et Sociale sur [la Programmation pluriannuelle de l'énergie - \(PPE\)](#)

Sur les énergies renouvelables

- RAC, [Energies renouvelables : en finir avec les idées reçues](#), 2015
- ADEME, [Etat de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages et des moyens d'évaluation de ces impacts](#), Rapport de l'état de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages - directs et indirects sur l'ensemble de leur cycle de vie, Septembre 2018.
- ADEME, [Les avis de l'ADEME sur le solaire photovoltaïque](#), 2016
- ADEME, [Marchés et emplois concourant à la transition énergétique et écologique dans les secteurs du transport, du bâtiment résidentiel et des énergies renouvelables. Situation 2014-2016 et perspectives à court terme](#), 2019
- ADEME, [Étude sur les Coûts des énergies renouvelables en France](#) », 2017

Sur les enjeux de planification

- CEREMA, [Plans locaux d'urbanisme, des arguments pour agir en faveur du climat, de l'air et de l'énergie](#), 2018
- FNCCR, [Urbanisme, énergie et planification : intégrer l'énergie dans l'urbanisme et la planification territoriale](#), 2019
- ADEME, [PCAET, comprendre, construire et mettre en œuvre](#), 2016 ADEME, [PCAET, comprendre, construire et mettre en œuvre](#), 2016

Sur les différents types de projets d'énergie renouvelable

- AMORCE, [Financement des projets d'énergies renouvelables par les collectivités et les citoyens](#), 2016
- Energie Partagée, [les collectivités territoriales, parties prenantes des projets participatifs et citoyens d'énergie renouvelable](#), 2019

Sites à consulter

- [Euroserv'ER](#), consortium spécialisé dans le suivi du développement des énergies renouvelables dans l'Union européenne
- [L'observatoire des énergies renouvelables en France](#)
- [Energie Partagée](#), mouvement regroupant des citoyens, des associations et des institutions pour développer les installations de production d'énergie renouvelable en France
- [Décrypter l'énergie](#), initiative de l'Association négaWatt, regroupant des professionnels de l'énergie et des citoyens.
- [Observatoire Climat-Energie](#), outil développé par le Réseau Action Climat et le CLER-Réseau pour la transition énergétique.

L'ÉNERGIE SOLAIRE – CONTEXTE ET DEFINITIONS

L'ÉNERGIE SOLAIRE, UNE ÉNERGIE MULTIFORME

Le saviez-vous ? L'énergie solaire est l'énergie la plus répandue et la mieux répartie dans le monde. Son gisement est considérable : le rayonnement solaire qui parvient sur la Terre en un an représente plus de 10 000 fois la consommation mondiale d'énergie, toutes formes et usages confondus.

La France dispose du 5^e gisement européen. Cette énergie est utilisée pour produire de l'électricité (solaire photovoltaïque) ou de la chaleur (solaire thermique). C'est une technologie robuste et modulable qui s'adapte à de nombreuses situations.

- L'énergie solaire thermique permet de produire de la **chaleur** à partir de l'énergie solaire. Compte-tenu du rendement de conversion des panneaux solaires thermiques (40%) et des besoins importants en chaleur notamment dans le secteur du bâtiment (chauffage et eau chaude sanitaire (ECS)), le développement du solaire thermique est extrêmement important pour s'affranchir des importations d'énergies fossiles et éviter de produire de la chaleur à partir d'électricité. Mais il est, cependant, encore trop souvent, **le parent pauvre des politiques publiques et de soutien**.
- L'énergie solaire thermodynamique utilise des miroirs pour concentrer le rayonnement solaire et chauffer des fluides alimentant un générateur électrique. L'**électricité** produite peut être consommée sur place ou injectée dans le réseau électrique, ce qui nécessite un raccordement. Ce type d'installation reste marginale en France du fait des coûts et du besoin important d'ensoleillement pour son fonctionnement.
- L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en **électricité** grâce à des modules installés en toitures, en ombrières ou posés au sol, voire sur des radeaux flottants. Selon les technologies, entre 8 et 22 % de l'énergie solaire peut être ainsi convertie en électricité. Le développement du photovoltaïque connaît une plus forte croissance que le solaire thermique du fait de l'existence de politiques publiques de soutien (tarifs d'achat, appel d'offre).

Nous nous concentrerons dans cette note sur l'énergie solaire photovoltaïque (PV)

2. Les différentes technologies PV

Plusieurs technologies PV existent pour convertir l'énergie des rayonnements solaires en électricité. On distingue deux familles principales de technologies commercialisées¹⁰.

1. Les technologies de 1^{er} génération ou cellules silicium : ce type de cellules photovoltaïques est constitué de fines plaques de silicium, 2^{ème} élément chimique le plus abondant de la croûte terrestre et qui s'extraie notamment du sable ou du quartz. Le silicium utilisé pour les cellules solaires est aujourd'hui extrait uniquement du quartz. La cellule est formée à partir d'un seul cristal ou de plusieurs cristaux de silicium. On parle alors de cellules monocristallines ou multicristallines. Les cellules en silicium cristallin sont d'un bon rendement (de 14 à 15% pour le multicristallin et de près de 16 à 22% pour le monocristallin). Elles représentent près de 90% du marché actuel. Ces technologies n'utilisent pas de terres rares.
2. Les technologies en « couches minces » : les cellules en couches minces sont fabriquées en déposant une ou plusieurs couches semi-conductrices et photosensibles sur un support de verre, de plastique ou d'acier. Cette technologie moins coûteuse, a un rendement inférieur à celui des cellules en silicium cristallin. Les panneaux

¹⁰ <https://www.ademe.fr/avis-lademe-solaire-photovoltaïque>

CdTe ont aujourd'hui un rendement qui peut aller jusqu'à 18%. Parmi les technologies couches minces, la première a été historiquement celle utilisant le silicium amorphe. Aujourd'hui ces filières n'utilisent pas de « terres rares » mais des « métaux rares », dont la criticité est relative aujourd'hui. Ces métaux rares sont principalement : le tellure de cadmium (CdTe), le cuivre/indium/sélénium (CIS) ou cuivre/indium/gallium/sélénium (CIGS) ou cuivre/indium/gallium/disélnide/disulphide (CIGSS), l'arséniure de gallium (Ga-As) utilisé essentiellement par le domaine spatial. Certains de ces éléments sont des éléments dangereux : le cadmium est d'ailleurs interdit pour certains usages. Il convient d'être très prudent avec l'utilisation de tels panneaux soumis aux intempéries.

Le saviez-vous ? Il existe également d'autres technologies à différents stades de recherche ou de développement. Citons par exemple la famille des cellules à colorants ou cellules dites organiques, les cellules multi-jonctions constituées de différentes couches photo-sensibles ou encore les cellules à perovskites.

3. Les différents types d'Installations photovoltaïques

Le saviez-vous ? La puissance ou capacité des installations s'exprime en **kilowatts-crête (kWc)** ou mégawatts-crête (MWc), unité qui exprime la puissance générée dans des conditions d'essai normalisées.

La taille des installations varie de quelques kWc (bâtiments résidentiels par exemple), à plusieurs centaines de kWc (bâtiments professionnels de taille moyenne à grande) ou plusieurs MWc (très grands bâtiments ou parcs au sol). Le « c » pour « crête » est couramment omis et l'on retrouve souvent les capacités en kW et MW.

Sur les toits

Il y a plusieurs possibilités d'installer des panneaux en toitures sur des bâtiments résidentiels ou tertiaires.

- Les panneaux **intégrés au bâti** se substituent aux éléments de couverture habituels et sont considérés comme étant des matériaux de construction produisant de l'électricité. Ce procédé est particulièrement intéressant pour les bâtiments neufs. Il existe également des tuiles (technologie développée par Akuo) qui permettent une meilleure intégration esthétique de l'installation au toit.
- Les panneaux **surimposés** sont posés sur les éléments de couverture, adaptable sur tout type de bâti. Ce procédé est bien moins cher et complexe à poser que l'intégré.

Plusieurs options sont possibles selon le besoin et l'usage souhaité : des tableaux d'inclinaison et d'orientation peuvent facilement permettre de se renseigner sur la meilleure façon d'optimiser la production d'électricité.

En ombrières de parking

Plus couteuses que les panneaux sur bâti ou au sol en raison des hauteurs des structures les ombrières de parking utilisent en revanche du foncier déjà artificialisé tout en apportant de l'ombre aux usagers de parkings.

Le saviez-vous ?

Depuis la loi Biodiversité de 2016 (article 86) les nouveaux centres commerciaux sont obligés de prévoir la production d'énergie renouvelable et/ou un système de végétalisation en toiture. Cette obligation a été renforcée en 2019 dans la loi Energie Climat : à partir de 1000 m² les nouvelles surfaces commerciales, industrielles, artisanales, les entrepôts et les hangars ont obligation d'installer des énergies renouvelables ou de végétaliser une partie de leurs toitures ou ombrières. La loi Climat et résilience de 2021 vient renforcer cette obligation en en modifiant le périmètre et le seuil de (décret d'application à venir) : A partir du 1er juillet 2023, les constructions de bâtiments ou parties de bâtiment à usage commercial, industriel ou artisanal, les constructions de bâtiments à usage d'entrepôt, les constructions de hangars

non ouverts au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale et les constructions de parcs de stationnement couverts accessibles au public, lorsqu'elles créent plus de 500 mètres carrés d'emprise au sol, ainsi que les constructions de bâtiments ou parties de bâtiment à usage de bureaux, lorsqu'elles créent plus de 1 000 mètres carrés d'emprise au sol, devront intégrer sur une **surface au moins égale à 30 % de la toiture du bâtiment construit ou rénové de manière lourde et des ombrières créées** :

- soit un procédé de production d'énergies renouvelables,
- soit un système de végétalisation.

Cette obligation s'appliquera également aux extensions et rénovations lourdes de bâtiments (précision par un décret en Conseil d'État).

Au sol

Pour les **parcs solaires au sol**, les installations peuvent être fixes ou mobiles. Les installations fixes sont orientées au sud selon un angle d'exposition généralement de 25°. Les installations mobiles suivent la course du soleil grâce à une motorisation pour optimiser leur exposition et donc leur production d'électricité (notamment pour le sud de la France). Le gain de production peut alors atteindre 20 à 35%.

La principale contrainte technique de cette technologie est de disposer d'un terrain plat et dégagé, de plusieurs hectares. Facilité d'accès et distance de raccordement entrent aussi en compte, dans une première approche. Il faudra bien investiguer les enjeux de biodiversité. En effet, l'inconvénient principal de ce type de projet concerne les enjeux environnementaux, conflit d'usage des sols et impacts sur la biodiversité du site d'implantation.

Le saviez-vous ?

Le solaire sur toiture et ombrières a des impacts environnementaux très limités en comparaison des parcs au sol et des autres énergies non-renouvelables. Il ne pose pas de difficulté en termes de conflit d'usage des sols, d'impacts sur la biodiversité ou d'artificialisation. C'est la raison pour laquelle les panneaux solaires doivent être installés en priorité sur les surfaces bâties et déjà artificialisées comme l'indique d'ailleurs la loi Grenelle. Parmi les surfaces à moindre enjeu environnementaux qu'il convient de privilégier on peut donc penser aux toitures et façades des bâtiments résidentiels, publics et tertiaires, aux parkings et ombrières, aux friches industrielles, aux sites et sols pollués et sur le réseau de transport : tranchées routières ou ferroviaires, gares ferroviaires, etc.

→ Précisions sur le principe de l'implantation des parcs au sol https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/photovoltaique-au-sol/#les_principes_dimplantation_au_sol

Des enjeux particuliers liés au patrimoine bâti (intégration paysagère, monuments historiques, etc.) peuvent néanmoins être à considérer, ainsi que des cohabitations avec la faune sauvage telle que les chauve-souris dont toutes les espèces sont protégées ou des oiseaux (hirondelles, martinets, ...).

→ Voici des conseils pour une cohabitation réussie et ce qu'il faut faire en cas de travaux en toiture :

- <http://www.picardie-nature.org/protection-de-la-faune-sauvage/protection-et-cohabitation-avec/article/plusieurs-chauves-souris-se-sont>

- <https://www.sfepm.org/sos-chauves-souris.html>

Les nouvelles applications du PV

- **PV flottant** : Encore émergent, le solaire flottant est présenté comme une solution pour limiter les conflits d'usage des sols en équipant une partie des lacs et plans d'eau artificiels ou encore les retenues collinaires agricoles déjà existantes, avec l'avantage de limiter l'évaporation, bien que le principe de ces retenues soit de plus en plus critiqué. Le rendement énergétique des panneaux est supérieur de 5 à 10 % à celui des panneaux terrestres du fait du refroidissement des panneaux par l'eau et les coûts d'installations sont légèrement inférieurs à celui des panneaux au sol ou sur les toitures.

D'après l'Echo du solaire « *Le recensement des plans d'eau effectué via la banque de données Carthage permettrait ainsi d'envisager un potentiel de l'ordre de 20 GWc en France Métropolitaine* ». Pour Akuo Energy, le potentiel exploitable serait de 10 GWc à court terme, « *principalement sur d'anciennes zones industrielles, des barrages hydroélectriques et des réservoirs d'eau* ». Les impacts sur la biodiversité sont encore mal documentés et il subsiste des risques de conflit dans de nombreux cas avec usages loisirs/ et renaturation écologique des gravières (voir document produit par le MNHN et la [charte des carriers](#)) . Suivis systématiques et retours d'expérience devraient améliorer les connaissances.

Un [guide](#) publié par la Banque mondiale et l'Institut de recherche en énergie solaire de Singapour recense des conseils pour la planification et la construction de centrales d'énergie photovoltaïque flottantes.

- **Agrivoltaïsme** : Ce procédé vise à associer sur une même parcelle production électrique et production agricole. En théorie, les ombrières PV déployées au-dessus des cultures (viticultures, maraichages, arboriculture principalement) doivent les protéger des aléas climatiques et éviter la compétition pour l'usage des terres : pilotables en temps réels, les panneaux adaptent leur orientation pour répondre aux besoins d'ombres ou de lumière des plantes. Afin de ne pas dévier des objectifs de production alimentaire de l'agriculture, la production agricole doit rester prioritaire par rapport à la production d'électricité qui est davantage un bonus pour l'exploitation. On peut aussi parler de « synergie » pour le véritable agrivoltaïsme, vision que promeut l'ADEME. La définition est toutefois encore sujette à débat et les retours d'expérience en France encore en cours. Une étude de l'ADEME sur l'agrivoltaïsme devrait sortir très prochainement.

Ce procédé a largement été déployé en Asie et notamment au Japon. En France, quelques acteurs développent ces projets depuis quelques années. Depuis 2017, un soutien spécifique a été mis en place par l'Etat via les Appels d'offre « innovations » de la CRE (Commission de Régulation de l'Energie).

Ces projets sont suivis et aidés par l'INRAé¹¹ mais aussi l'IRSTEA¹² qui étudient et comparent les rendements agricoles de parcelles témoin (sans système photovoltaïque) et des parcelles équipées. En effet, un risque de baisse de rendement lié au manque de lumière et de modification de l'usage agricole des terres pouvant aller à l'encontre de leur vocation nourricière est à documenter.

Voir le programme de recherche « Sun'Agri » mené par l'INRAé : <https://sunagri.fr/le-concept-en-detail/>

/!\ Ce type de projet ne sera pas développé dans cette Synthèse ni dans l'outil Photoscope.

- **Délaissés routiers** : Depuis 2019, l'implantation d'infrastructures de production d'énergie solaire est autorisée sur les délaissés de voirie et sur les aires de repos, de service et de stationnement du réseau routier¹³.

¹¹ Institut National de Recherche Agronomique

¹² Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

¹³ L'article L111-7 du code de l'urbanisme, modifié par la loi Energie Climat du 8 novembre 2019

- **Route solaire** : route utilisée comme capteur solaire. La technologie est en cours de développement. Les démonstrateurs installés (routes solaire inaugurée par S.Royal à Tourouvre, expérimentation de l'INES au Bourget du Lac) ont montré des défaillances notamment en ce qui concerne la durabilité des matériaux très sollicités par le passage des véhicules, mais cette technologie pourrait émerger.

4. Puissance et types d'installation

Plusieurs types d'installations existent :

Type d'installation	Puissance
Résidences individuelles	inférieure ou égale à 9 kW
Sur bâtiments collectifs	de 9 kW à 100 kW
Sur bâtiments tertiaires et industriels	de 100 kW à 250 kW
Centrales au sol, grandes toitures et ombrières	puissance nominale supérieure ou égale à 250 kW

Le saviez-vous ?

Kézako : Puissance (W) - Production (Wh) - Facteur de charge

Le **watt (W)** est une unité de **puissance** qui désigne la capacité de production d'une installation électrique. On utilise habituellement les mégawatt - MW (1000 kW) et Gigawatt (1000 MW) pour parler de la puissance des unités de production d'électricité.

$$1 \text{ GW} = 1000 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ kW}$$

Pour les installations PV, on utilise souvent la notion de **puissance « crête »** (exprimée en Wc) qui est la puissance maximale (capteurs bien orientés, bien inclinés, sans ombrage) pouvant être produite sous un ensoleillement donné.

Le wattheure (Wh), le kWh et le MWh expriment la **quantité d'énergie produite** par l'installation pendant un temps défini (produit de la puissance par le temps en heure).

!!! Pour estimer la production d'une installation PV, il faut prendre en considération le « **facteur de charge** », c'est à dire, le ratio entre l'énergie qu'elle produit sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite durant cette période si elle avait constamment fonctionné à puissance nominale (puissance maximale). En effet, les conditions météo vont impacter la production des panneaux solaires. Les installations PV en France ont un [facteur de charge qui se situe en moyenne autour de 15%](#).

5. Raccordement

Les installations PV peuvent être :

- **Non-raccordées au réseau**. Elles sont donc autonomes et permettent l'électrification de sites isolés notamment (refuges par exemple)

- **Raccordées au réseau.** Pour ces installations, l'électricité produite en courant continu est transformée en courant alternatif par un onduleur puis injectée sur le réseau de transport (9% des raccordements), géré par RTE, ou de distribution, géré par ENEDIS (91% des raccordements). La puissance et le coût du raccordement au réseau diffèrent selon la puissance de l'installation photovoltaïque.

Le type de raccordement dépend de ce que veut faire le porteur de projet de l'électricité produite : injection totale sur le réseau, autoconsommation partielle ou totale.

Le saviez-vous ? Les objectifs de raccordement des futurs parcs PV dont la puissance est supérieure à 100 kVA sont discutés, entre autres enjeux liés au réseau, lors de l'élaboration des [Schémas régionaux de raccordement au réseau des EnR \(S3REnR\), outil stratégique pour accueillir les EnR électriques](#). L'enjeu du S3REnR est de faciliter le raccordement au réseau d'électricité en planifiant les besoins de postes et de lignes, tout en mutualisant les coûts de raccordement des projets.

POUR ALLER PLUS LOIN

Vous pouvez consulter les sites suivants :

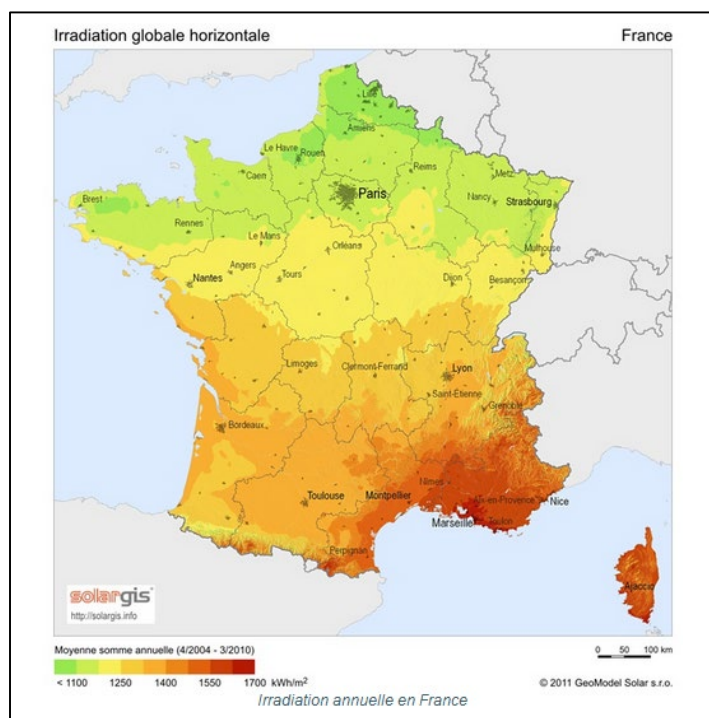
- Le site Photovoltaïque.info dédié aux réseaux : <https://reseaux.photovoltaique.info/fr/>
- Le site de RTE : <https://www.rte-france.com/projets/les-schemas-regionaux-de-raccordement-au-reseau-des-energies-renouvelables-des-outils-0>
- Sur notre [page dédiées aux enjeux du réseau électrique](#)

PHOTOVOLTAÏQUE ET TRANSITION ENERGETIQUE

GISEMENTS, PUISSANCE INSTALLEE ET OBJECTIFS NATIONAUX

1. Un gisement considérable

La France est un des pays d'Europe les plus ensoleillés (5^e gisement d'Europe). La quantité d'énergie solaire – irradiation solaire – qu'elle reçoit en 1 an sur 1 m² varie en moyenne de 1 000 kWh/m² dans la moitié Nord à près de 1 700 kWh/m² dans le Sud. La production photovoltaïque est donc quasiment 2 fois supérieure dans le sud que dans le nord, ce qui explique la répartition hétérogène des projets (cf partie ci-après). L'irradiation solaire peut aussi être influencée par l'altitude et la pollution atmosphérique.



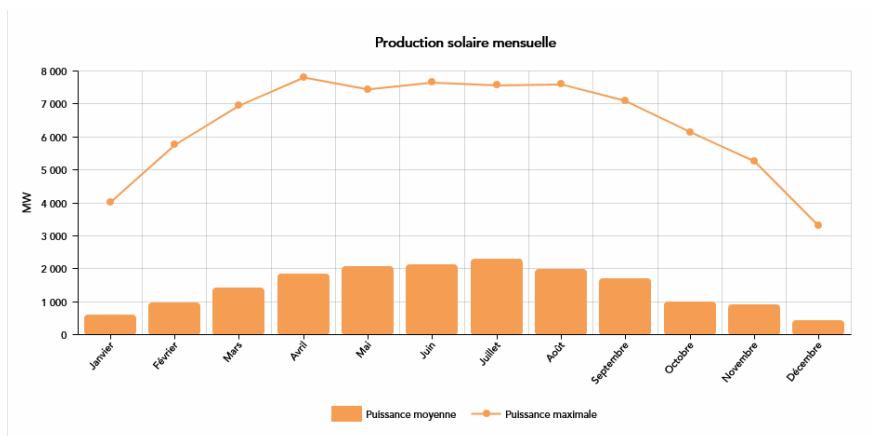
Source: Global Solar Atlas 2.0

2. Etat des lieux

La filière solaire photovoltaïque a commencé à se développer en France à partir de 2009. D'après le [bilan électrique 2020 de RTE](#), environ **10,4 GW de solaire PV** sont installés en France métropolitaine : 9 738 MW sont raccordés sur les réseaux d'Enedis, des ELD et d'EDF-SEI pour la Corse ainsi que 649 MW sur le réseau de RTE.

Solaire photovoltaïque	Nombre d'installations	Puissance (en MW)	Production (en TWh)
Parc raccordé au 31/12/2020	486 475	10 860	12,6
Parc raccordé au 31/12/2019	454 433	9 909	12,3
Évolution 2019-2020 (%)	7	10	2,3
Nouvelles installations de l'année 2020	33 871	973	

En 2020, le PV a produit **12.6 TWh** d'électricité (soit 2.5% de la consommation nationale d'électricité). C'est durant la période d'avril à août que la production solaire est la plus élevée.



Avec une exploitation nécessitant moins de personnel que la filière nucléaire, la production des centrales solaires a été peu impactée par la crise sanitaire de 2020. La puissance des **projets en file d'attente** représente **plus de 8 GW**, dont 3,0 GW avec une convention de raccordement déjà signée.

Répartition des parcs solaires en régions

Les 4 régions du Sud de la France, **Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes**, ont un parc de production solaire supérieur à 1 GW. Ces régions possèdent ainsi plus de 72 % du parc installé français, du fait de leur situation géographique très méridionale.

En 2020, les régions dans lesquelles le plus de puissance a été raccordée sont **Nouvelle Aquitaine** (194 MW), **Occitanie** (179 MW) et **Auvergne-Rhône-Alpes** (140 MW).

La région Nouvelle-Aquitaine est la plus productrice, avec 3,5 TWh, précédant l'Occitanie et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (respectivement 2,7 TWh et 2,0 TWh). C'est aussi la région qui a le plus de projet en développement (>3 MW, soit plus du double de l'objectif du SRCAE).

Le saviez-vous ?

Un rééquilibrage Nord-Sud du développement des projets (via des appels d'offre ou des tarifs régionalisés par exemple) permettrait de lever la pression sur les espaces agricoles, naturels et forestiers de ces régions, notamment en PACA et Occitanie. ([cf p12 du Rapport d'Activité de la MRAE Occitanie](#)), des régions très riches en biodiversité et déjà fortement équipées. A contrario, les régions du quart Nord Est sont certes moins ensoleillées mais disposent de davantage de « friches industrielles » pouvant accueillir du PV.

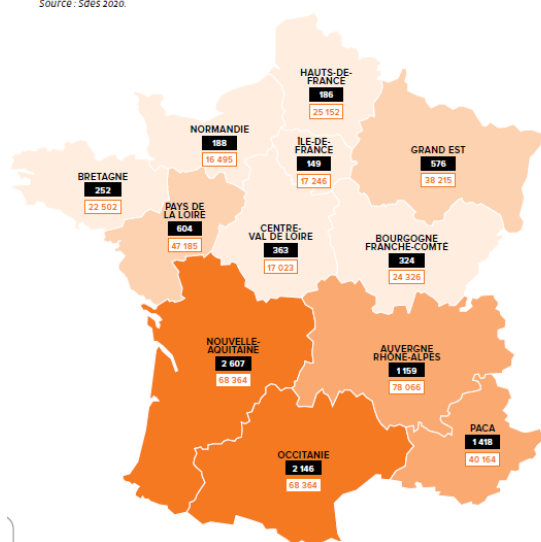
Extrait du Rapport d'activité de la MRAE Occitanie : « Ainsi de nombreux parcs PV au sol, hors ombrières, représentant 40 % environ de la surface des parcs sur la période 2019-2020 sont projetés sur des espaces présentant des caractéristiques naturelles, agricoles ou forestières sans justification autre, outre le caractère renouvelable de l'énergie produite, que l'opportunité pour les petites communes d'un complément budgétaire garanti. Si on y ajoute environs 50 % en termes de surface de parcs sur des espaces anthropisés mais présentant des enjeux environnementaux (carrières réhabilitées, friches...), un peu plus de 10 % des surfaces concerne des espaces artificialisés ou très dégradés, ce qui contrevient aux doctrines nationales, souvent déclinées localement de favoriser ce type d'espaces. »

Dans une étude réalisée par la [DRAAF de Nouvelle Aquitaine](#) en 2021, on apprend que « Près de 63 000 autorisations d'urbanisme mentionnant l'implantation de panneaux photovoltaïques ont été délivrées entre 2009 et 2020 en Nouvelle-

Aquitaine. La grande majorité d'entre elles concerne des projets en toiture sur maison individuelle, bâtiment agricole ou encore en ombrière de parking sans incidence sur la consommation d'espace naturel, agricole ou forestier.

En revanche l'emprise des grandes installations photovoltaïques au sol, moins nombreuses mais plus puissantes, est évaluée à 43 km² fin 2020. La majeure partie, soit 39 km², est prise sur les espaces forestiers, agricoles ou naturels. Les autres grandes installations ont été développées par la réhabilitation de sites déjà artificialisés. »

Cartographie du photovoltaïque en France à fin septembre 2020
Source : SDES 2020.



10 597 Puissance raccordée à fin septembre 2020 :

- < 500 MW
- 500 - 1 000 MW
- 1 000 - 1 500 MW
- > 1 500 MW

476 473 Nombre d'installations

(Source Baromètre des EnR électriques 2020, Observ'ER)

Le tableau ci-dessous contient plus d'informations (données hors DROM).

Au 31 décembre 2020	Nombre d'installations	Puissance en MW	Répartition puissance (%)	Évolution puissance 2019)	Nouvelle puissance raccordée 2020 (MW)	en
Auvergne-Rhône-Alpes	80156	1205	11	13	140	
Bourgogne-Franche-Comté	24973	334	3	14	42	
Bretagne	22815	257	2	8	20	
Centre-Val de Loire	17322	385	3	18	57	
Corse	2026	192	2	12	21	
Grand Est	38847	612	6	13	68	
Hauts-de-France	25494	189	2	14	24	
Île-de-France	17503	152	1	24	30	
Normandie	16723	192	2	8	14	
Nouvelle-Aquitaine	69905	2667	25	8	194	
Occitanie	75230	2195	20	9	179	
Pays de la Loire	47571	614	6	11	58	
Provence-Alpes-Côte d'Azur	41088	1436	13	8	103	
France métropolitaine	479653	10428	96	10	951	

Source : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publicationweb/343>, SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI et la CRE

POUR ALLER PLUS LOIN

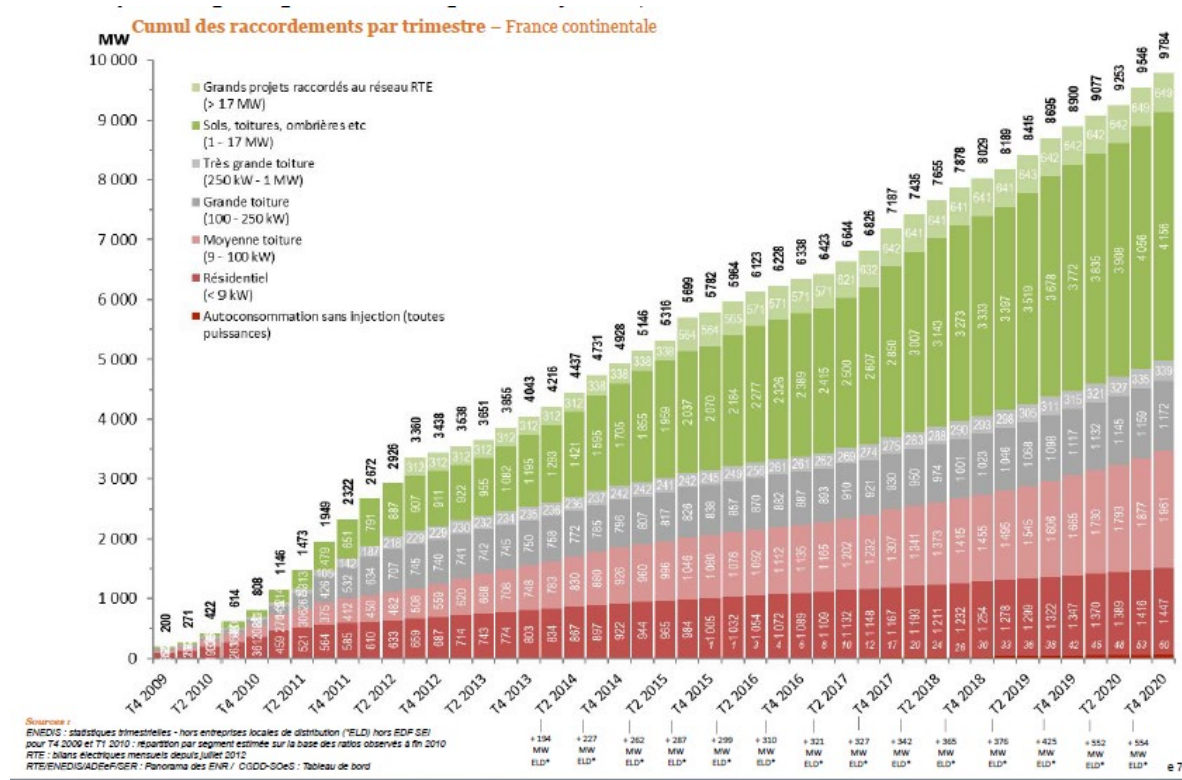
- <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/territoires-et-region-production-en-region/#>
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publicationweb/343>
- [Panorama des EnR électriques 2020](#), RTE 2021

Répartition des projets par typologie

En 2020 :

- 47 % de la nouvelle puissance raccordée correspond à des installations de plus de 250 kW (grandes toitures, parcs au sol, ombrières et grands projets raccordés auprès de RTE), qui représentent toutefois moins de 1 % du nombre de nouveaux raccordements.
- Les installations de taille plus modeste, inférieure à 9 kW, représentent quant à elles près de 85 % du nombre d'unités nouvellement raccordées et environ 11 % de la nouvelle puissance.

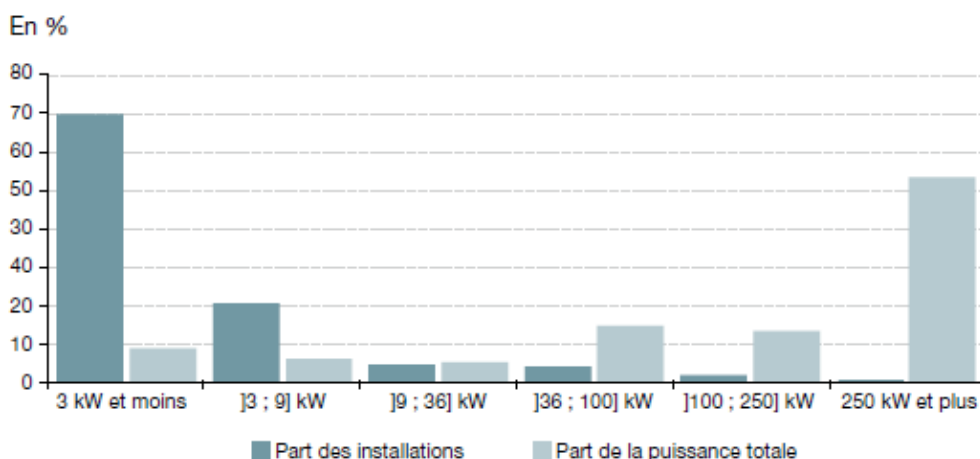
Le graphique ci-après présente l'évolution des puissances cumulées par type de projet.



Source : Observatoire Energie solaire Photovoltaïque 2020

En 2020, les **grandes centrales**, supérieures à 1 MWc installées en toiture et au sol, représentent une puissance totale raccordée de 5 GWc fin 2020, soit **50% du parc total** raccordé au réseau pour **un très faible nombre d'installations**.

RÉPARTITION DES INSTALLATIONS EN NOMBRE ET PUISSANCE PAR TRANCHE DE PUISSANCE FIN 2019



Source : SDES, d'après raccordements Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD

Source : Panorama des EnR électriques 2020

3. Objectifs de la PPE

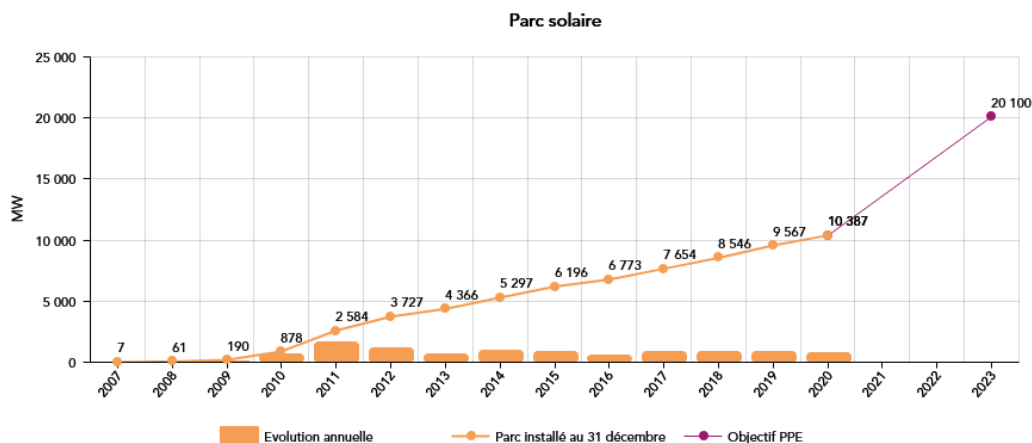
Les objectifs assignés par la PPE à cette filière renouvelable sont ambitieux : **20,1 GW en 2023, entre 35-44 GW en 2028**, ce qui implique un rythme d'installation de plus de **3 GW par an** alors que moins d'1GW annuels ont été installés ces dernières années. Pour atteindre ces objectifs, le projet de PPE prévoit le lancement de plusieurs appels d'offre en toiture et au sol.

Objectifs PPE	2023		2028
	P en GW installées	P en GW installées	Surface en Km ²
Au sol	11.6	20,6 à 25	Entre 330 et 400 km ²
Sur toitures	8.5	14,5 à 19,0	Entre 150 et 200 km ²
TOTAL	20.1	35.1 à 44	Entre 480 et 600 km ²

Le saviez-vous ? La [Programmation Pluriannuelle de l'Énergie \(PPE\) 2016-2018](#) prévoyait pour la France comme objectif en 2018 une capacité installée de 10,2 GW pour le photovoltaïque, vs 10.8 en 2020. La France est donc en retard sur ses objectifs de production PV.

L'importance du développement des centrales au sol prévu dans le projet de PPE s'explique par la compétitivité de ce type d'installations comparée aux installations sur toitures. Bien que par diverses mesures et outils (cahier des charges des appels d'offre) la PPE essaye d'orienter les projets vers les toitures et les sites et sols pollués, cet objectif politique inscrit dans la loi Grenelle depuis 2009 est loin d'être respecté, puisque les zones agricoles, naturelles et forestières, plus faciles à équiper et donc moins chères, sont équipées en priorité (cf. MrAE Occitanie). Et les objectifs assignés aux centrales au sol restent bien plus élevés que pour les projets en toiture., ce qui semble entrer en contradiction avec l'objectif de Zéro Artificialisation Nette du Plan Biodiversité de 2018.

D'après le Panorama des EnR du dernier trimestre 2020, les 10 GW déjà installés en 2020 représentent 50,9 % de l'objectif 2023 défini par la PPE et 66,5 % du cumul des objectifs 2020 des SRCAE.



Le saviez-vous ? L'autorisation d'**autoconsommation** actée en 2017 est à l'origine du nouvel essor du photovoltaïque. La combinaison entre la baisse continue du prix du PV (divisé par 8 en 10 ans) et l'augmentation des rendements rend l'autoconsommation de plus en plus attractive. En 2017, on dénombre 20 000 foyers en autoconsommation partielle ou totale et 10 000 nouvelles demandes de raccordement ont été enregistrées cette même année.

Plus d'informations sur l'autoconsommation : <https://www.photovoltaique.info/fr/faq/groupe/lautoconsommation-delectricite/>

4. Des potentiels inexploités en toitures et en zones délaissées

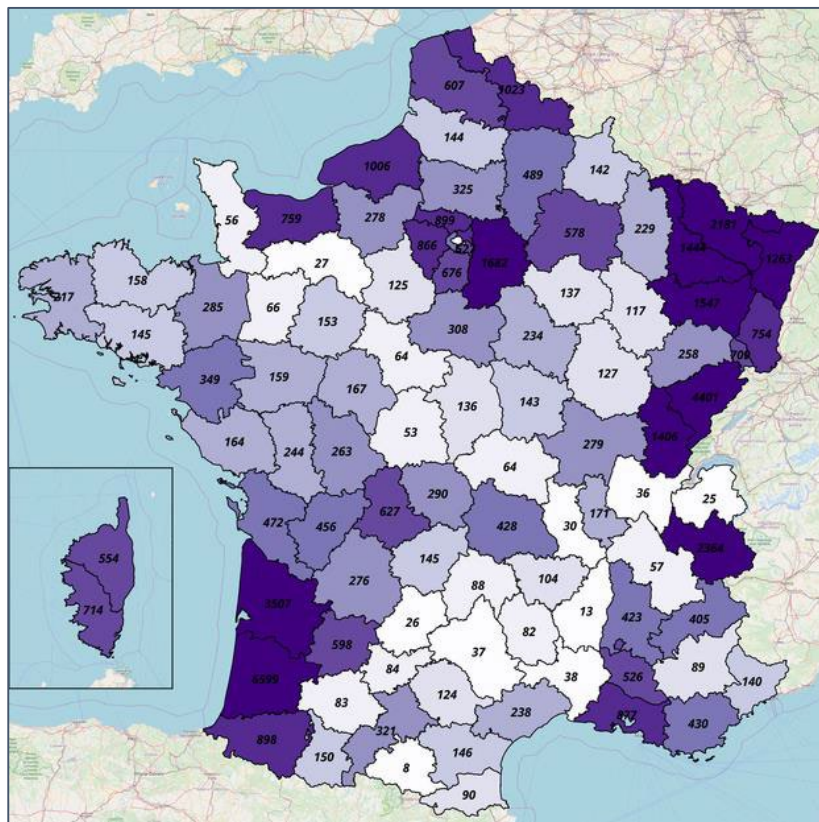
L'utilisation majoritaire, pour l'installation de parcs solaires au sol, de terres arables et naturelles plutôt que des surfaces bâties et déjà artificialisées pose la question des priorités d'usage des sols, de leur artificialisation et des impacts sur la biodiversité et l'environnement.

Pourtant, plusieurs études démontrent qu'il **existe suffisamment de surfaces artificialisées et/ou dégradées pour réaliser les objectifs de la PPE sans porter atteintes aux espaces naturels, agricoles et forestiers** :

- D'après l'Ademe, dans « [Évaluation du gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques](#) », **53 GW seraient disponibles sur des espaces « délaissés »**. L'Ademe a ainsi listé et sélectionné selon plusieurs critères les sites potentiels référencés dans les bases de données Basias (anciens sites industriels), Basol (sites pollués), et IGN Topo (parkings). Les sites identifiés sont :
 - principalement des dépôts de carburants des sites liés au commerce, à l'artisanat ou à l'industrie mécanique et des sites de stockage de déchets.
 - Les sites sont de taille modeste : 70 % des sites peuvent accueillir une installation de 0,5 à 2,5 MWc.
 - Ce potentiel est inégalement réparti sur le territoire : concentré principalement dans les anciennes régions industrielles du Nord et de l'Est de la France, ainsi qu'en Ile-de-France et en Gironde.

Ce chiffre de 53 GW est toutefois à considérer avec précaution compte-tenu des mises à jour anciennes des bases de données. Il pourrait être sur-estimé de plus de la moitié et plus proche de 20 GW mais donne néanmoins une idée des

surfaces disponibles. Des inventaires départementaux plus précis ont été réalisés (2021) et sont désormais aux mains des services instructeurs pour identifier les toitures et sites dégradés propices à des installations PV.



CARTE DES GISEMENTS POTENTIELS DES SITES RETENUS, EN PUISSANCE (MWc), Ademe 2019

- Le CEREMA a également évalué le potentiel **au sol et sur parking** sur des terrains ne présentant pas de conflit d'usage dans les régions du sud de la France. Ils évaluent la surface mobilisable à environ 1,5 Mha qui correspondrait à environ **776 GW**.
- D'après l'Ademe dans son étude « *Vers un mix 100% renouvelable en 2050* », parue en 2015, le potentiel PV d'équipement est très important : **47 GW au sol et 364 GW en toiture** (chiffres tenant comptes de critères technico-socio-économiques.)

Pour se représenter l'éventuelle place occupée par le PV dans un mix 100% renouvelable : le scénario négaWatt actualisé de 2021 confirme la faisabilité et les paramètres pour atteindre un mix électrique 100% EnR. La part du PV pourrait atteindre dans ce scénario 168 TWh pour 144 GW installés, dont environ 50 GW au sol sans concurrence avec des usages agricoles. Ce scénario suppose un rythme fort soutenu d'installation de 4 GW/an min.

Ces données sont donc à comparer aux objectifs de la PPE : d'ici à **2028 entre 35 GWc et 44 GWc (dont 20 à 25 au sol)**, avec un palier de 20 GWc en 2023 : Ces objectifs correspondraient en 2028 à une surface de PV installée en France entre 330 et 400 km² au sol. Les surfaces agricoles et naturelles pourraient être préservées en équipant majoritairement les surfaces bâties, friches, parkings.

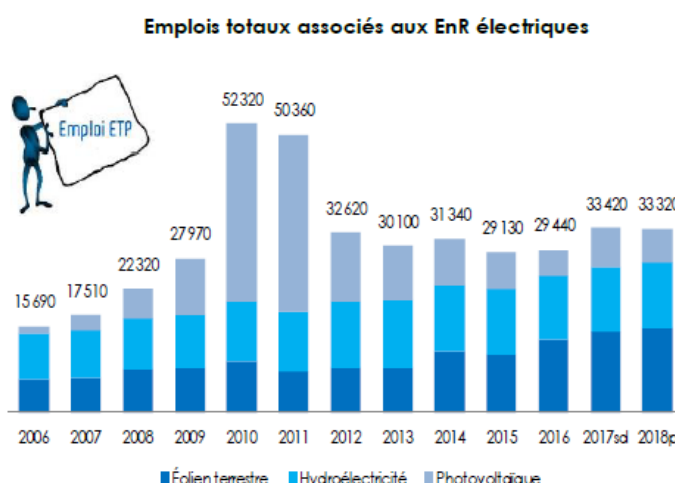
DEVELOPPEMENT DES TERRITOIRES

1. Emplois

D'après les études menées par l'Ademe, « entre 2006 et 2018, les emplois directs liés aux énergies renouvelables et de récupération ont bondi [...] de 60 550 à 90 120 emplois directs ».

Ce sont majoritairement des emplois pérennes et non délocalisables implantés sur l'ensemble des territoires. Près de la moitié des emplois sont liés à l'exploitation et à la maintenance des installations qui sont en fonctionnement.

La crise du PV de 2011 avait provoqué un coup d'arrêt brutal de la filière et la destruction de plus de 10 000 emplois. La filière comprend désormais 17 000 emplois directs, indirects et induits, dont plus de 6000 ETP directs en 2018.



Ademe 2019 : [synthese-marches-emplois-enr--2019.pdf](#))

D'après une étude de 2017 réalisée par Enerplan et l'Ademe, 25 000 emplois pourraient être créés partout en France d'ici 2023.

POUR ALLER PLUS LOIN

- [Etat du photovoltaïque en France](#), Ademe, 2019
- [Marchés et emplois concourant à la transition énergétique – synthèse pour le secteur des EnR](#), Ademe, 2019
- [Compétitivité et emplois de la filière solaire française d'ici 2023](#), Ademe, Enerplan, 2017

2. Retombées fiscales pour les collectivités

Le solaire photovoltaïque en produisant de l'électricité et en utilisant du foncier génère pour les collectivités des recettes fiscales diverses et nombreuses du fait de la grande diversité de projets possibles. Les principales recettes fiscales¹⁴ des collectivités générées par ces projets sont issues de :

¹⁴ <https://www.photovoltaïque.info/fr/exploiter-une-installation/facturation/declarations-fiscales/>

- **L'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (IFER)** : s'applique uniquement pour les centrales photovoltaïques dont la puissance électrique installée est supérieure ou égale à 100 kWc, et qui ne sont pas en autoconsommation et pour les transformateurs électriques >50 KV. C'est la majeure partie des recettes perçues par les collectivités (50% commune ou EPC, 50% Département).
- **La taxe foncière sur les propriétés bâties (TFPB)** : Les panneaux solaires sont exonérés de la TFPB ; ce sont les aménagements annexes qui sont concernés (local technique, poste électrique, ...). Perçue par la commune ou EPCI.
- **La contribution économique territoriale (CET)** : comprend deux composantes :
 - la cotisation foncière des entreprises (CFE) porte uniquement sur les biens assujettis à la taxe foncière.
 - la cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises (CVAE) : corrélée au chiffre d'affaires du producteur.
- **La taxe d'aménagement (TA)** : Seuls les panneaux photovoltaïques implantés au sol et pour lesquels une autorisation d'urbanisme est nécessaire sont assujettis à une taxe d'aménagement qui est spécifique à ce type d'installation.

La répartition des revenus issus de ces impôts entre les collectivités territoriales est précisée dans le bulletin officiel des impôts [BOI-ANNX-000448](https://www.legifrance.gouv.fr/bo/annexes/BOI-ANNX-000448)

Le saviez-vous ? Les recettes perçues par les collectivités peuvent être orientées vers des projets en lien avec la transition écologique et énergétique, et ainsi donner du sens à l'action du territoire. De nouveaux projets EnR ou des actions de réduction de consommation (rénovation énergétique des bâtiments publics par exemple, diminution de l'éclairage public) peuvent être développés et permettre d'agir concrètement en faveur de la transition énergétique.

BILAN ENVIRONNEMENTAL

L'énergie solaire photovoltaïque n'émet pas directement de polluants ni de gaz à effet de serre lors de la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique et a des émissions indirectes relativement faibles.

1. Le bilan « Gaz à Effet de Serre »

Le bilan GES des panneaux varie en fonction de la technologie, du pays de fabrication des panneaux (aujourd'hui la Chine est le principal pays producteur de panneaux), du taux d'ensoleillement et se situe entre 20 et 80 g.éq CO₂/kWh¹⁵, très loin devant les énergies fossiles. L'application Incer-ACV¹⁶ permet de calculer les impacts environnementaux de la filière photovoltaïque et leur incertitude. Elle établit les chiffres suivants :

- Pour des panneaux fabriqués en Chine : 38,1 gCO₂eq/kWh
- Pour des panneaux fabriqués en Europe : 28,1 gCO₂eq/kWh
- Pour des panneaux fabriqués en France : 22 gCO₂eq/kWh

En France, le cahier des charges de l'Appel d'offre CRE/MTE intègre dans sa notation le contenu Carbone des panneaux afin de privilégier l'installation de panneaux sobres en GES, consommant le moins possible d'énergie fossile,

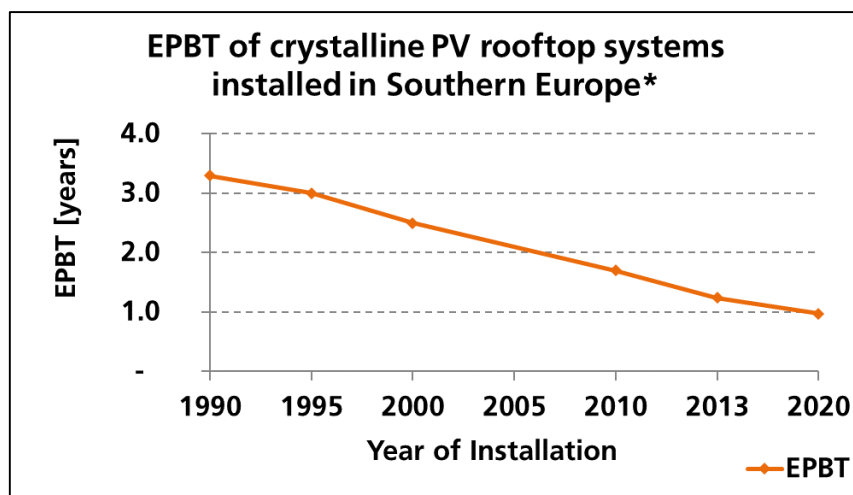
¹⁵ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-sur-solaire-photovoltaïque-2013.pdf>

¹⁶ <http://viewer.webservice-energy.org/incr-acv/app/>

et donc plutôt fabriqués en Europe. Les suites de la crise sanitaire de 2020-21 et l'éventuelle relocalisation de secteurs jugés stratégiques pourraient changer la donne pour le marché PV et faciliter la restructuration d'une offre globale française¹⁷.

2. Temps de retour énergétique

Le temps de retour énergétique (Energy Payback Time – EPBT) dépend de la localisation géographique. Depuis les années 1990 il n'a fait que s'améliorer. Il faut désormais moins de 1.5 an dans le Nord de l'Europe et moins de 1 an dans le Sud de l'Europe¹⁸ à un panneau photovoltaïque pour produire autant d'énergie qu'il en a fallu pour le fabriquer, le transporter, l'installer et le recycler. Tout au long de sa vie (au moins 25-30 ans) il aura donc produit plus de 10 fois la quantité d'énergie nécessaire à sa production. De plus, avec l'amélioration des technologies, l'impact environnemental des panneaux diminue alors même que le rendement des cellules augmente.



[Photovoltaics report, Fraunhofer ISE, 2020](#)

La source d'impact la plus importante dans le cycle de vie des systèmes photovoltaïques est la consommation d'énergie pour la fabrication des modules ainsi que l'utilisation de métaux conducteurs tels que le cuivre.

Le saviez-vous ? Un parc photovoltaïque de **12 MWc** permet d'alimenter en électricité entre **12 000 (dans le nord)** et **16 000 habitants (dans le sud)**, en fonction de l'ensoleillement.

3. Fin de vie des panneaux

Un système photovoltaïque est principalement constitué de modules et d'onduleurs, de composants et raccords électriques classiques. La majorité des matériaux qui les composent sont courants (verre, aluminium, cuivre) et les filières de recyclage déjà existantes.

Les **modules à base de silicium cristallin** représentent plus de 95 % de la production mondiale et sont presque entièrement recyclables.

¹⁷ <https://www.usinenouvelle.com/article/le-solaire-made-in-france-fait-de-la-resistance-et-pas-uniquement-dans-le-panneau-photovoltaïque.N1084854>

¹⁸ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>

Matière pour des modules à base de silicium cristallin	En % de la masse	Valorisation
Verre	>75%	Verre recyclé, fibre de verre
Polymères	10%	Combustible solide de récupération (cimenterie)
Aluminium	8%	Marché des métaux
Silicium	5%	Nouveaux modules, alliages métallique / verre pour l'industrie
Cuivre	1%	Marché des métaux
Argent et autres métaux	<0.1%	Marché des métaux

(d'après Décrypter l'énergie, [les panneaux photovoltaïques sont-ils recyclables](#), page consultée le 20.05.2021)

Les technologies couches minces représentent moins de 5 % de la production photovoltaïque. Les complexes semi-conducteurs (3% de la masse des modules) qui les composent sont plus délicats à traiter.

En France, les premiers systèmes PV ont été installés dans les années 90 et le recyclage de modules en fin de vie interviendra à grande échelle à partir de la décennie 2020. Les modules en fin de vie font partie des « déchets d'équipements électriques et électroniques » (DEEE). Les fabricants de panneaux photovoltaïques et d'onduleurs ont l'obligation réglementaire d'assurer la collecte et le recyclage de leurs équipements (directive DEEE transposée dans le [décret n° 2014-928 du 19 août 2014](#)). C'est une filière à « Responsabilité Elargie du Producteur ». L'éco-organisme [Soren \(anciennement dénommé PV Cycle France\)](#) agréé par les pouvoirs publics organise la **collecte et le traitement** de ces DEEE usagés issus de la filière PV.

Le traitement de ces panneaux s'effectue principalement en France dans l'unité de traitement de Rousset dans les Bouches-du-Rhône. En 2019, PV Cycle France déclare avoir traité 280 000 panneaux, 5000 t de modules. Avec l'augmentation du nombre de panneaux arrivant en fin de vie dans les années à venir (prévision de 50 000 t de modules en 2030), d'autres unités de traitement devraient voir le jour.

Le saviez-vous ? Contrairement à la filière éolienne, les propriétaires du parc n'ont pas l'obligation de constituer une garantie financière pour le démantèlement des panneaux et la remise en état du site. Mais les propriétaires des terrains imposent de plus en plus souvent une garantie financière.

POUR ALLER PLUS LOIN

- Plus d'info sur le bilan environnemental : https://www.photovoltaique.info/fr/info-ou-intox/les-enjeux-environnementaux/analyse-du-cycle-de-vie/#acv_d_un_systeme_photovoltaique
- Plus d'information sur la collecte en « fin de vie » : https://photovoltaique.info/fr/exploiter-une-installation/exploitation-technique/demontage-et-recyclage-des-installations-photovoltaiques/#demantelement_et_collecte
- Décrypter l'énergie, [les panneaux photovoltaïques sont-ils recyclables](#), page consultée le 20.05.2021
- PV magazine, [recyclage des panneaux pourquoi n'atteint on pas une revalorisation à 100%](#), page consultée le 20.06.2021

4. Terres rares

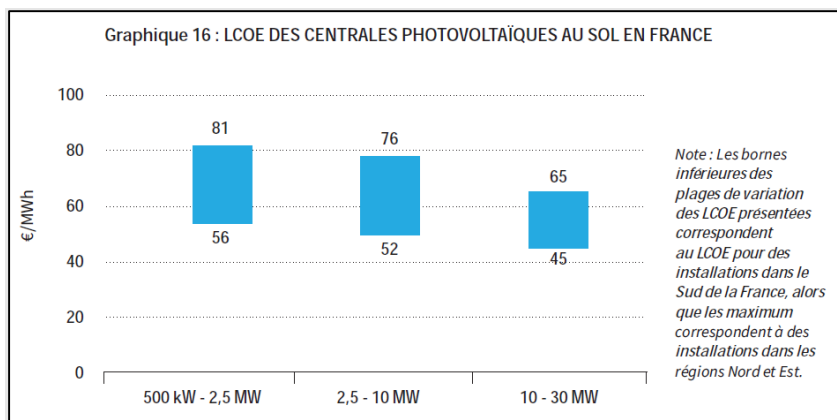
Contrairement à certaines idées reçues et comme l'indique l'Ademe dans sa fiche technique de 2019¹⁹, les technologies solaires photovoltaïques actuellement commercialisées n'utilisent pas de terres rares. Certaines technologies, minoritaires, utilisent en revanche des métaux qui peuvent être critiques, comme le tellure, le cadmium, l'indium ou encore l'argent. La filière PV n'est donc pas concernée, pour les technologies majoritairement utilisées, par une éventuelle pénurie de métaux critiques ou rares.

Le saviez-vous ? Les terres rares « constituent un ensemble d'éléments métalliques du tableau périodique des éléments, aux propriétés chimiques très voisines. Contrairement à ce que leur nom peut laisser supposer, ces éléments **ne sont pas rares** : leur criticité est principalement liée au quasi-monopole actuel de la Chine pour leur extraction et leur transformation. La Chine réalisait environ 86 % de la production mondiale de terres rares en 2017. L'extraction des terres rares présente, comme toute extraction minière et de transformation métallurgique, des impacts environnementaux dont la modification des paysages, des sols et du régime hydrographique local. Les impacts diffèrent suivant les types de gisement. La spécificité environnementale de l'extraction des terres rares par rapport à d'autres métaux vient de la présence de thorium et d'uranium dans les gisements dits « de roches » qui induisent une pollution radioactive des différents rejets ». Fiche technique Ademe 2019.

5. Coût de production

Le coût de production des énergies renouvelables a baissé massivement au cours des dernières années. Cette tendance devrait se poursuivre. L'Ademe estime qu'à l'horizon 2050, les coûts de production des installations renouvelables pourraient « être compris entre 24 et 54 €/MWh, excepté pour l'éolien en mer flottant (58-71 €/MWh) [...] grâce aux progrès technologiques et aux économies d'échelle »²⁰.

Concernant le PV, selon l'étude de l'Ademe « [Coûts des énergies renouvelables et récupération en France](#) », mise à jour en janvier 2020, le coût de production pour les **centrales solaires au sol** issus des appels d'offres CRE est compris entre 45 €/MWh (pour les sites de plus de 10 MW) et 81 €/MWh (pour les centrales de moins de 2,5 MW).



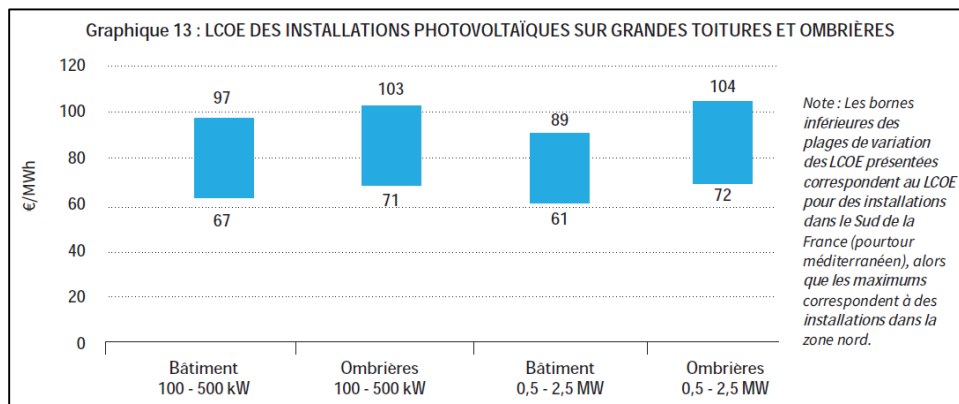
Le coût total de production de l'électricité par les **systèmes résidentiels** dépend fortement de la région, de la puissance et du type d'installation. Pour des installations de 3 à 9 kW en surimposé par exemple, le coût de production est compris entre **88 et 229 €/MWh**.

¹⁹ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-terres-rares-energie-renouvelable-stockage-energie-2019.pdf>

²⁰ Un mix électrique 100 % renouvelable ? Analyses et optimisations, Rapport final, ADEME, 2015a : www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport_final.pdf

Pour les **moyennes toitures de 36-100 KW** le coût de production varie de **91 à 106 € dans le Nord** et de **63 à 73 €/Mwh dans le Sud** de la France.

Le coût total de production de l'électricité des **systèmes sur grandes toitures et ombrières** :



Le saviez-vous ? Le coût de production de l'EPR de Flamanville en construction depuis plus de 10 ans serait compris entre 110 € et 120 €/MWh par la Cour des comptes, dans son rapport publié en juillet 2020 sur la filière, contre 42 €/MWh fixé par le dispositif actuel de l'Arenh. Le coût de l'EPR d'Hinkley Point est quant à lui estimé à 110 €/MWh.

En 2018, EDF estimait que ce "prototype d'EPR" était "non représentatif de ce que pourrait être le coût" du nouveau nucléaire en général, qu'il évaluait en 2018 entre "60 et 70 €/MWh"). Tout en reconnaissant dès 2017 qu'il visait un nouveau nucléaire compétitif face aux énergies fossiles et non plus face aux énergies renouvelables.

POUR ALLER PLUS LOIN

- ADEME, [Coûts des énergies renouvelables et récupération en France](#), 2020
- Décrypter l'énergie, [les énergies renouvelables coûtent-elles trop cher ?](#), page consultée le 20.05.2021

6. Variabilité et foisonnement

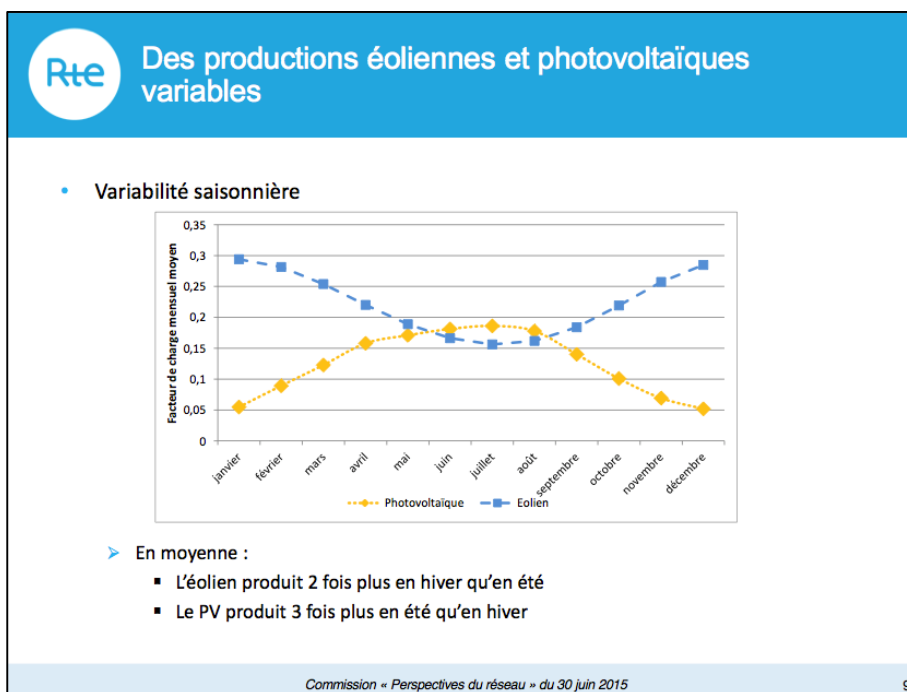
La production photovoltaïque est par nature variable, les panneaux solaires produisant de l'électricité uniquement le jour et davantage lorsque la météo est ensoleillée.

Cependant, la ressource solaire est répartie sur tout le territoire français, ce qui joue positivement en faveur d'un **foisonnement** à l'échelle nationale, d'autant plus si le réseau est bien maillé permettant ainsi la mutualisation des productions régionales pour une production nationale ainsi « lissée ».

Le foisonnement

Définition de la CRE : La réduction des fluctuations temporelles de l'intermittence et de la variabilité de la production d'énergie par la multiplication de sources éloignées sont appelées effet de foisonnement. En effet, les fluctuations aléatoires de la production des sources d'énergies « fatales à caractères aléatoire » (c'est-à-dire celles dont la production ne peut être contrôlée et qui dépendent des éléments naturels, comme les fermes éoliennes ou les installations photovoltaïques) sont statistiquement réduites lorsque ces productions sont injectées sur un même réseau électrique maillé. Plus les sources d'énergie sont nombreuses et différentes, plus la puissance moyenne dégagée est lissée.

La production photovoltaïque est aussi **saisonnnière**, avec une production 3 fois plus élevée en été qu'en hiver, et complémentaire de la production éolienne. Foisonnement et complémentarité des productions éoliennes et PV permettent d'avoir au niveau national une production d'électricité lissée et pas du tout « intermittente » comme certains l'affirment pour décrédibiliser les EnR. De plus, le gestionnaire du réseau [RTE peut prédire les évolutions](#) de production dès la veille puis au pas de temps horaire le jour même.



POUR ALLER PLUS LOIN

- Décrypter l'énergie, [les énergies renouvelables sont-elles intermittentes](#), page consultée le 20.05.2021
- Photovoltaïque Info, [Enjeux liés à la variabilité des EnR](#), page consultée le 20.05.2021

PHOTOVOLTAÏQUE ET ENJEUX DE BIODIVERSITÉ

Peu d'études existent pour caractériser les effets des installations solaires dans le cadre franco-français, même si, quelques études commencent à émerger. Il faut noter que cette filière est encore bien jeune, et que le feu vert à son développement a été donné avec essentiellement un objectif de remplir des objectifs chiffrés ambitieux, sans mettre en place de manière suffisante des éléments de planification et de cadrage sur les attentes notamment en matière de prise en compte de la biodiversité.

Pour cette partie, nous nous sommes donc essentiellement reportés vers la littérature scientifique anglo-saxonne où les études cherchant à caractériser les impacts et évaluer les effets des installations photovoltaïques, sur les milieux, la biodiversité et les fonctionnalités écologiques sont plus nombreuses. Leurs conclusions ne sont pas toujours transposables telles quelles au contexte environnemental français car les installations étudiées hors l'hexagone (quasi-industrielles) sont matures, les milieux (souvent désertiques) et les habitats et espèces bien différents. Toutefois, il est possible d'en tirer des enseignements, notamment sur la caractérisation des impacts en phase travaux qui diffèrent peu et leurs effets (positifs ou négatifs) potentiels sur la biodiversité. Ces études permettent aussi d'identifier les impacts qu'il conviendrait de mieux prendre en compte dans les études d'impacts et d'en évaluer les effets, positifs ou négatifs, par des suivis standardisés et reposant sur des protocoles validés scientifiquement, permettant des comparaisons entre installations et un retour d'expérience, afin d'améliorer les processus au fil du temps.

Au regard des bénéfices apportés en matière de transition énergétique, de réduction des gaz à effet de serre et de l'amélioration de l'utilisation des ressources, les installations solaires au sol et leurs installations connexes (lignes électriques, postes de raccordement, voiries) sont encore parfois présentées comme vertueuses et comme ayant des effets négligeables sur les sols, les milieux naturels, la biodiversité et les connectivités écologiques, notamment dans les études d'impact et dans les dossiers de demande d'autorisation de dérogation à la protection d'espèces. Des lacunes qui ne sont toutefois pas propres aux installations photovoltaïques (1), mais aussi à d'autres aménagements. Or, en sous-estimant parfois les impacts négatifs potentiels des installations photovoltaïques et en l'absence de mesures d'évitement, de réduction et de compensation correctement dimensionnées, comme le relève la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB), dans [une synthèse](#) (2) de l'article « *Renewable energy and biodiversity : implications for transitioning to a Green Economy* », la généralisation des énergies renouvelables, et donc du solaire, peut entrer en contradiction avec la conservation de la biodiversité et le maintien des services écosystémiques (3).

La présente partie, en toute modestie, apporte une tentative d'éclaircissements sur les effets positifs et négatifs potentiels des installations photovoltaïques et sur les mesures d'évitement, de réduction et de compensation pouvant être mises en œuvre.

POUR ALLER PLUS LOIN

(1) [La prise compte de la biodiversité dans les études d'impact : évolutions prometteuses mais lacunaires](#). Charlotte Bigard, Baptiste Regnery, Fabien Blasco, John Thompson. Sciences Eaux & Territoires, INRAE, 2017, pp.2-8.

(2) [Energie renouvelable et biodiversité : les implications pour parvenir à une économie verte. Synthèse de l'article « Renewable energy and biodiversity : implications for transitioning to a Green Economy](#). FRB. 27 octobre 2017. 26 pages

(3) [« Renewable energy and biodiversity : implications for transitioning to a Green Economy »](#). Alexandros Gasparatos, Christopher N.H. Doll, Miguel Esteban, Abubakari Ahmed, Tabitha A. Olang. 2017. pp 161-184

LA NATURE DES TRAVAUX ET INTERVENTIONS LORS DE LA DUREE DE VIE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Comme tout autre aménagement, en dépit d'un ancrage léger pour la pose des panneaux, la réalisation d'une installation solaire au sol nécessite des travaux et des interventions qui peuvent perturber les milieux naturels, les espèces végétales et animales qui en dépendent et altérer les fonctionnalités écologiques.

La construction du parc solaire peut nécessiter des opérations de défrichage, de terrassement, de réalisation de de forage pour les pieux et de tranchées (pour faire passer les câbles électriques), de nivellement si le terrain est en pente, de construction ou d'élargissement de voiries d'accès, de construction de postes et de raccordements électriques, de pose de clôtures périphériques, de création de zones de stockage ou encore de création d'aménagements paysagers. En zone humide, des travaux de drainage peuvent venir compléter la liste.

Lors de la phase d'exploitation, des travaux de débroussaillage entre et sous les panneaux peuvent être nécessaires. S'y ajoutent des opérations de débroussaillage obligatoires (Obligation légale de débroussaillage - OLD) dans une bande allant jusqu'à 50 mètres, voire plus, dans certaines régions dans le cadre de la stratégie de défense de la forêt contre les incendies (DFCI). Le maintien de cette bande nécessite des opérations régulières de débroussaillage, qui mal conduites, peuvent nuire au maintien d'habitats naturels ou d'habitats d'espèces protégées, voire à la destruction directe d'animaux ou de plantes protégés.

Dans le cadre de la réalisation de **parcs solaires flottants**, les mêmes types de travaux peuvent être nécessaires. Même si l'emprise terrestre des travaux de construction est temporaire et de moindre surface, mal réalisée, cette phase peut avoir des impacts sur les milieux naturels et la biodiversité terrestres. Des impacts potentiels sur les milieux et la biodiversité aquatiques et rivulaires sont aussi à rechercher, surtout si le projet s'installe sur des secteurs peu artificialisés. Notons que pour les parcs photovoltaïques flottants, bien que les impacts puissent être plus localisés, les données relatives à leurs effets semblent être encore plus parcellaires, et de fait, difficile à évaluer, à prendre en compte et à suivre. Nous ne traiterons pas de manière approfondie la question des parcs photovoltaïques flottants. L'OFB, en collaboration avec la LPO, travaille à la réalisation d'une synthèse dédiée.

En fonction du site choisi, de la surface, de l'orientation par rapport au soleil, des techniques et technologies mises en place, de la sensibilité des habitats naturels ou des espèces concernées, les travaux peuvent avoir des impacts plus ou moins forts sur les milieux naturels, la biodiversité et les fonctionnalités écologiques, et leurs effets peuvent plus ou moins perdurer après leur construction ; ces installations ayant une durée de vie comprise entre 20 et 40 ans. Toutefois, **avec des mesures d'évitement, de réduction et de compensation adéquates et correctement dimensionnées, ces effets peuvent être évités ou minimisés**. Il faut aussi bien noter qu'il est également rapporté des effets bénéfiques par les mesures de gestion des milieux naturels et les espèces sauvages mises en place.

LES IMPACTS BRUTS DES INSTALLATIONS SOLAIRES AU SOL

Pour être bien clair, cette partie présente les impacts bruts potentiels des parcs photovoltaïques au sol, c'est-à-dire les impacts, avant mise en œuvre des mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

Précisons aussi que les effets de ces impacts sont difficilement généralisables, puisqu'ils sont fonction des spécificités techniques du parc photovoltaïque, du contexte écologique en présence, de la sensibilité des milieux et des espèces, de la qualité des inventaires écologiques initiaux, de la manière et du soin avec lesquels seront conduits les travaux et

de l'effectivité et efficacité des mesures d'évitement, de réduction, de compensation et des mesures de suivi et d'accompagnement.

Il faut aussi noter que la quantification de ces impacts et le choix des mesures à mettre en œuvre pour les éviter, les réduire et les compenser, demeure un exercice difficile, et ce quel que soit l'aménagement. Là aussi, la méthode retenue pour évaluer les effets sera déterminante, et devra bien prendre en compte les impacts du raccordement et/ou les effets cumulés du projet photovoltaïque avec les autres aménagements déjà présents et ceux à venir, au risque de ne pas prendre en compte les effets de seuil.

Bien que l'imperméabilisation et l'artificialisation des sols soit moindre, certains impacts des installations photovoltaïques au sol ne diffèrent que peu de ceux d'autres aménagements, et comme relevé ci-après, certains impacts leur sont spécifiques. Notons bien que des effets bénéfiques des installations solaires sur la biodiversité sont aussi relevés dans la bibliographie, notamment par la mise en œuvre de mesures d'évitement, de réduction, de compensation et de gestion, correctement dimensionnées et efficacement mises en œuvre.

Actuellement, la revue la plus complète des impacts des parcs photovoltaïques sur les milieux naturels, la faune et la flore, les fonctionnalités écologiques et les sols a été réalisée par l'ADEME et Biotopie (4) dans un document datant de 2018. L'étude initiée par Enerplan, le SER en collaboration avec les régions Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Sud Paca, avec l'appui technique de Biotopie, ou encore l'étude PIESO (28) ont également lancé des travaux visant à exploiter et valoriser les données issues des suivis écologiques de parcs photovoltaïques en France. Malgré les faiblesses de ces travaux d'analyse reconnues par les auteurs, les enseignements et les recommandations s'avèrent intéressantes et pertinentes (5).

La description des impacts et leurs effets

Selon les installations et leur configuration, le contexte écologique et la conduite de travaux, ces impacts existeront selon un degré d'intensité qui pourra aller de négligeable à très fort. Dans l'étude d'impacts, le développeur doit décrire les impacts bruts potentiels de son projet photovoltaïque et des installations connexes, c'est-à-dire avant toute mesure corrective, en indiquant s'ils sont directs, indirects, temporaires, permanents ou cumulés avec les autres aménagements alentours. Les effets de ces impacts sont ensuite quantifiés : ils peuvent être estimés de "négligeable", en passant par "modéré", "fort" à "très fort". La méthode d'évaluation de ces effets doit être explicitée dans l'étude d'impacts. Ces effets seront ensuite ré-évalués après mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction. Seuls les impacts résiduels, c'est-à-dire les impacts qui demeurent même après évitement et réduction, font l'objet de mesures compensatoires.

Cette étape de quantification des impacts est primordiale pour la bonne conduite de la séquence Eviter, Réduire, Compenser, et dans le cadre de l'instruction des demandes d'autorisation de déroger à la protection des espèces, le Conseil national de protection de la nature (CNPN) est très attentif sur la qualité de ce volet.

Quelques exemples d'avis du CNPN

► Sur l'absence de prise en compte des impacts du raccordement

Centrale photovoltaïque d'Uchacq-et-Parentis (Landes) - Avis défavorable du 4 novembre 2020 (6)

"De même, le raccordement au réseau électrique de Mont-de-Marsan distant de 5 km ne fait pas l'objet d'étude d'incidence."

Centrales photovoltaïques de Lesperon (Landes) - Avis défavorable du 5 juillet 2019 (7)

“Absence d’analyse des incidences liées au raccordement électrique de la centrale. Même s’il s’agit d’un opérateur tiers (Enedis), il est indispensable (et c’est l’esprit de la loi) de considérer un seul et même projet, les impacts s’additionnant, et les solutions se réfléchissant en commun.”

► **Sur les impacts cumulés**

Parc photovoltaïque de Cruis (Alpes-de-Haute-Provence) - Avis du 24 octobre 2019 (8)

“Selon l’opérateur, ils sont non significatifs, alors qu’ils impactent des milieux similaires sur les sites voisins. Sans la vision d’impacts sur les habitats, il est difficile d’écarter des effets probables sur certaines espèces protégées, telles que le Circaète, les insectes, etc..”

Centrale photovoltaïque du terriil Théodore (Haut-Rhin) - Avis du 29 avril 2021 (9)

“Malgré plusieurs projets photovoltaïques et certains comparables, et ceci seulement dans les 5 km alentour, il a été évalué qu’il n’y avait aucun impact cumulé. Il est attendu une cartographie précise des projets, et des éléments sur les surfaces, habitats et espèces présentes et impactées. Ici le développement de cette partie est trop succinct, trop peu argumenté (pas ou peu d’éléments factuels). Non recevable.”

Centrale photovoltaïque Lande de Sallebert à Mézos (Landes) - Avis défavorable du 21 avril 2021 (10)

“Les impacts cumulés liés aux projets d’aménagement situés aux alentours, ne sont pas évalués et pris en considération, de même que les projets photovoltaïques situés localement.”

Parc photovoltaïque La Valmale III à Bessan (Hérault) - Avis favorable sous condition du 26 mai 2021 (11)

“L’évaluation des impacts cumulés (curieusement présentés après les impacts résiduels) révèlent sept autres projets à proximité (dont 6 à moins dans un rayon de moins de 4,3 km), et dont un en continuité. Les effets cumulés se mutualisent aussi avec les trois parcs existants de Valmale 1. Ce projet présente honnêtement des impacts cumulés pour ces deux projets sur l’outarde, l’alouette lulu, le pipit rousseline, le rollier (par destruction d’habitat, par perturbation), mais aussi sur d’autres espèces d’oiseaux. Comme Valmale 1 n’a pas fait l’objet de demande de dérogation pour destruction d’espèces protégées (les mesures de compensation étaient génériques), les porteurs du projet ont pris l’option de dimension la compensation de Valmale 3 en cumulant les impacts résiduels des deux projets : le CNPN félicite le porteur du projet pour ce choix qui compense l’impact du projet global sur Valmale.”

1. Les impacts bruts des parcs photovoltaïques sur les habitats naturels ou semi-naturels

Les parcs solaires au sol sont consommateurs de surface. Il est en effet estimé que les besoins réels en surface d’un parc photovoltaïque (toutes installations connexes comprises) représente environ entre 1,5 fois la surface des panneaux eux-mêmes (4) à 2,5 fois (2) pour les installations les plus grandes. Tout dépend de l’espace laissé entre les rangées.

Lorsqu’ils sont implantés dans des milieux naturels ou semi-naturels, les impacts peuvent être plus ou moins conséquents, en fonction de la nature de l’installation photovoltaïque et de sa surface, de la sensibilité des habitats en présence, du choix de la conduite de travaux et des mesures d’évitement, de réduction et de compensation mis en œuvre.

Avec une faible prise au vent, la pose des panneaux ne nécessite pas de travaux lourds de génie civil. Les panneaux reposent généralement sur des pieux enfoncés, voire sur des socles en béton posés à même le sol. De même, avec des précautions minimales, lors du démantèlement, il est facile de retirer les clôtures et les installations connexes en limitant les impacts.

Toutefois, lors d'implantation dans des habitats naturels ou semi-naturels, des travaux préalables à la pose des panneaux sont souvent nécessaires, et ces derniers peuvent s'avérer parfois lourds et donc impactants (12). Comme listé dans le paragraphe relatif à la nature des travaux de construction, d'exploitation et de démantèlement d'un parc photovoltaïque, ces travaux peuvent entraîner l'altération, la modification ou la perte d'habitats naturels suite au retrait de la strate arborée (défrichement) (13) ou de la végétation arbustive ou herbacée en place (13), des opérations de terrassement et de nivellement, de drainage, etc. avec des effets de tassement du sol, de ruissellement et d'érosion (4)(12). La mise à nu des sols et l'éventuel apport de terre pour le nivellement peuvent favoriser l'installation d'espèces végétales pionnières et/ou exotiques envahissantes. Une mauvaise conduite des travaux peut également entraîner des pollutions (fuite d'huile, déchets, ...). Pour des raisons de sécurité, les parcs solaires étant généralement clôturés, s'y ajoute la fragmentation des habitats naturels (13), notamment pour la grande faune. Toutefois, des aménagements sont possibles pour atténuer ces ruptures de continuité en permettant le passage de la petite et mésofaune. En phase exploitation, les mesures de gestion appliquées dans l'emprise et alentour sont également susceptibles d'avoir des impacts sur les habitats naturels. Généralement, des travaux de débroussaillage sont conduits, entre et sous les panneaux, pour éviter l'émergence d'une strate arbustive et dans le cadre des obligations légales de débroussaillage pour lutter contre les incendies. Pour un tel entretien, l'usage de la débroussailleuse est de plus en plus souvent réduit au profit d'activités pastorales, considérées comme ayant un moindre impact. Néanmoins, en cas d'entretien trop ras de la végétation, ou de pâturage dans un secteur où cette pratique n'existait pas, les habitats naturels, la flore et la faune, seraient susceptibles d'être altérés (14).

En phase de démantèlement, à rebours, les travaux sont susceptibles d'entraîner les mêmes impacts que lors de la phase de construction, et ce malgré l'absence de fondations conséquentes pour l'ancrage des panneaux.

POUR ALLER PLUS LOIN

(2) [Energie renouvelable et biodiversité : les implications pour parvenir à une économie verte. Synthèse de l'article « Renewable energy and biodiversity : implications for transitioning to a Green Economy. FRB. 27 octobre 2017. 26 pages](#)

(4) [État de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages, et des moyens d'évaluation de ces impacts – Rapport de l'état de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages - directs et indirects sur l'ensemble de leur cycle de vie. ADEME, Deloitte Développement Durable, Biotopie. 2018. 137 pages.](#)

(5) [Photovoltaïque et biodiversité : exploitation et valorisation de données issues de parcs photovoltaïques en France. Enerplan/SER/Région Nouvelle Aquitaine/ Région Occitanie/Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport final. Décembre 2020.](#)

(6) [Centrale photovoltaïque d'Uchacq-et-Parentis \(Landes\) - Avis du CNPN du 4 novembre 2020. Page consultée le 28 juillet 2021](#)

(7) [Centrales photovoltaïques de Lesperon \(Landes\) - Avis du CNPN du 5 juillet 2019. Page consultée le 28 juillet 2021](#)

(8) [Parc photovoltaïque de Cruis \(Alpes-de-Haute-Provence\) - Avis du CNPN du 24 octobre 2019 \(8\).](#)

(9) [Centrale photovoltaïque du terroir Théodore \(Haut-Rhin\) - Avis du CNPN du 29 avril 2021 \(9\). Page consultée le 28 juillet 2021.](#)

(10) [Centrale photovoltaïque Lande de Sallebert à Mézos \(Landes\) - Avis du CNPN du 21 avril 2021. Page consultée le 28 juillet 2021.](#)

(11) [Parc photovoltaïque La Valmale III à Bessan \(Hérault\) - Avis du CNPN du 26 mai 2021](#). Page consultée le 28 juillet 2021.

(12) [Wildlife Conservation and solar Energy Development in the Desert Southwest, United States](#). Jeffrey E. Lovich and Joshua R. Ennen. BioScience. December 2011 / Vol. 61 No. 12. pp 982-992

(13) [Prise en compte de la biodiversité dans les aménagements de parcs photovoltaïques. Rapport de fin de master professionnel Ingénierie de la biodiversité](#). Benoit Sarraçanie. IMBE/ECO-MED/ECO-RCE. 2011/2012

(14) Rapport présentant le bilan des années de suivis écologiques et suivis de restauration du projet PIESO. Océane Vellot, Alexandre Cluchier, Pierre Volte, Jean Bigotte, Pierrick Devoucoux, Nicolas Kaldonski, Armin Bischoff, Raphaël Gros, Gabriel Neve, Pierre Illac. 2020. 230 pages.

2. Les impacts bruts sur les espèces végétales et animales et leurs habitats

Comme pour les habitats naturels et semi-naturels, et comme pour la réalisation de tout autre aménagement, les travaux de construction, la phase d'exploitation et de démantèlement et dans l'avenir de repowering des parcs photovoltaïques sont de nature à entraîner l'altération ou la destruction de stations d'espèces végétales, la perturbation intentionnelle ou la destruction de spécimens d'espèces animales, l'altération ou la destruction des habitats utilisés par les espèces animales pour se nourrir, se reposer et se reproduire (12)(13)(15). Selon les mesures d'évitement ou de réduction mises en place, il est également parfois nécessaire d'enlever ou capturer des spécimens pour les replanter / relâcher dans des secteurs où ils seront épargnés et bénéficieront des mesures de compensation. Une fois encore, ces impacts ne diffèrent pas de ceux engendrés par n'importe quel autre aménagement.

Lors des différentes phases de vie d'un parc photovoltaïque, les travaux de construction ou de démantèlement, voire de repowering, et même les opérations de maintenance des installations peuvent avoir des effets sur la vie du sol, les champignons, les plantes et les animaux.

Des destructions de spécimens et de leurs habitats

Lors de la phase de construction et de démantèlement, des plantes ou des animaux peuvent être détruits, notamment en phase chantier lors de la circulation des engins par exemple, et ce parfois, en dépit des mesures de réduction mises en place. En effet, faute d'un bon suivi de chantier, ou de consignes claires, d'un affichage suffisant ou d'un bon entretien des barrières, il arrive que les conducteurs d'engin franchissent les mises en défens, visant justement à éviter les atteintes à des stations d'espèces végétales patrimoniales ou protégées (13). Il est aussi rapporté une mortalité directe de reptiles hibernant sous terre (12). A ceci s'ajoutent les perturbations liées au chantier, comme le bruit produit par les engins, les vibrations lors de battage de pieux ou encore les poussières liées à la circulation des engins. Ces impacts demeurent temporaires et limités dans l'espace, et peuvent être atténués par des mesures adéquates (arrosage des pistes, limitation des horaires de chantier, calendrier adapté au cycle biologique des espèces présentes).

Les défrichements peuvent entraîner la destruction des sites de reproduction et d'aires de repos de nombreuses espèces, dont les oiseaux et les chauves-souris. Le retrait des arbres morts, des tas de pierre ou murets, des haies, buissons ou ronciers, le comblement de mares, causent la destruction d'habitats essentiels à beaucoup d'espèces, protégées ou non, pour réaliser leurs cycles biologiques (amphibiens, reptiles, mammifères, etc.). A ceci s'ajoute la perturbation intentionnelle des spécimens, notamment en phase chantier, par le bruit ou la poussière, ayant pour conséquence, des changements dans leur utilisation de l'habitat et leurs modèles d'activité, une augmentation du stress, un système immunitaire affaibli, un succès reproducteur réduit, un comportement de recherche de nourriture modifié, un risque accru de prédation, une communication dégradée avec les congénères voire une audition endommagée (12). Notons également que la forêt apporte de nombreux services, en tant que puits de carbone et de régulation des températures, joue un rôle récréatif, et est le support d'activités de production pour la filière bois. Ces

services seraient aussi à prendre en compte dans l'évaluation des impacts. Une double compensation est donc possible pour les projets nécessitant un défrichement. Le code forestier prévoit en effet une compensation de la valeur économique du boisement. Cette compensation est indépendante de la compensation en faveur des espèces protégées prévue par le code de l'environnement comme l'est la compensation agricole collective lorsqu'un parc PV atteint une certaine surface fixée par département.

Des altérations ou destructions directes d'habitats naturels, d'habitats d'espèces et de spécimens d'espèces animales ou végétales sont susceptibles d'être causées bien au-delà de la zone d'implantation du parc photovoltaïque pour le stockage hors emprise des matériaux extraits sur le site par les opérations de défrichement, de nivellement (12) ou de démantèlement.

Notons qu'il s'agit d'impacts bruts qui peuvent être évités, réduits et compensés, par la mise en œuvre de mesures de gestion appliquées sur l'emprise du parc et les sites de compensation. Ces mesures sont fonction du contexte écologique et des espèces impactées. Ces mesures de gestion sont de nature à apporter de réels bénéfices pour la biodiversité, même si pour l'heure, les retours d'expérience sont encore peu nombreux dans le contexte franco-français.

POUR ALLER PLUS LOIN

(12) [Wildlife Conservation and solar Energy Development in the Desert Southwest, United States](#). Jeffrey E. Lovich and Joshua R. Ennen. BioScience. December 2011 / Vol. 61 No. 12. pp 982-992

(13) [Prise en compte de la biodiversité dans les aménagements de parcs photovoltaïques. Rapport de fin de master professionnel Ingénierie de la biodiversité](#). Benoit Sarraclan. IMBE/ECO-MED/ECO-RCE. 2011/2012

(15) [Environmental impacts of large-scale CSP plants in northwestern China](#). Z. Wu, A. Hou, C. Chang, X. Huang, D. Shi, Z. Wang. Environ Sci Process Impacts, 16 (2014), pp. 2432-2441.

3. Des impacts spécifiques aux parcs photovoltaïques sur la biodiversité

Bien qu'ils soient pour l'heure encore peu documentés dans le contexte français et essentiellement issus de travaux anglo-saxons ou étrangers, des impacts spécifiques des parcs photovoltaïques sur les espèces végétales et animales et les habitats naturels sont relevés, comme en fait état, l'article « Renewable energy and biodiversity : implications for transitioning to a Green Economy » (3) ou encore l'étude de l'ADEME (4).

Pour bien comprendre

Les effets des parcs photovoltaïques sur la biodiversité varient considérablement en fonction de la technologie utilisée, des configurations des installations solaires, selon qu'elles utilisent des panneaux fixes ou mobiles, mais varient aussi selon leur surface (16). Ces impacts négatifs sont aussi fonction des milieux naturels présents, dans et à proximité, des installations solaires. Nous présentons ici une liste d'impacts qui en fonction des contextes, peuvent ne pas exister, ou en fonction des mesures d'évitement et de réduction, avoir des effets négligeables.

L'effet d'effarouchement

Par leur aspect ou leur configuration, les parcs photovoltaïques entraîneraient un effet de perturbation et d'effarouchement pour certaines espèces d'oiseaux, et dans certaines conditions, causeraient une perte d'intérêt pour le repos et la nidification sur ces sites et viendraient aussi dévaloriser l'attrait de biotopes voisins de l'installation qui étaient préalablement favorables. Dans le guide allemand sur la prise en compte de l'environnement, il est noté que ces effets ne sont pas à exclure, en particulier pour des oiseaux des prés (Courlis cendré, Barge à queue noire, Chevalier gambette, Vanneau huppé) ainsi que pour les oiseaux migrateurs qui se reposent dans des espaces agricoles (Oies cendrées, rieuses, des moissons et Bernaches nonnettes) (17).

Cet effet d'effarouchement serait lié à la hauteur des installations, du relief et de la présence de structures verticales avoisinantes comme les clôtures, les bosquets, les lignes aériennes. Toutefois, en l'état actuel des connaissances, toujours selon cette étude, ces effets d'effarouchement ne sont pas quantifiés mais ne seraient pas de grande envergure (17).

Sur ce constat, pour les espèces prédatrices, comme les oiseaux de proies par exemple (busards notamment), les surfaces recouvertes par les panneaux pourraient aussi être autant de zones de chasse soustraites à leur exploitation pour se nourrir. Pour les passereaux, ce serait autant de sites de nidification et de zones d'alimentation qui seraient altérés voire détruits. De notre expérience, généralement, les demandes d'autorisation de dérogation à la protection des espèces considèrent que des zones de chasse, d'alimentation et des sites de nidifications favorables sont disponibles dans les secteurs proches qui présentent souvent le même type d'habitats que ceux détruits. C'est sans compter que si ces habitats alentours sont effectivement favorables, ils sont d'ores et déjà occupés soit par d'autres spécimens des mêmes espèces impactées, soit par d'autres espèces mais ayant une niche écologique similaire. Ce report de spécimens « chassés » par l'implantation du parc photovoltaïque engendre une mise en concurrence entre ces derniers et ceux déjà installés dans le site de report, à la fois pour les sites d'alimentation, les sites de reproduction et les aires de repos. Ceci conduit à un stress chez les spécimens et à un déficit de leur fitness du fait de cette concurrence inter et/ou intraspécifique (18). Ce phénomène est à considérer puisque dans son avis du 29 avril 2021 relatif à la demande d'autorisation de dérogation Espèces protégées pour le projet de centrale du terroir Théodore (Haut-Rhin) (9), le Conseil national de protection de la nature a indiqué qu'il "sera nécessaire de revoir le discours désuet concernant les habitats de reports, dont aucun élément concernant la saturation et les capacités de ceux-ci n'est présenté. Cette comparaison et ce discours ne sont pas audibles. Ils reviennent à dire « nous cassons votre maison, mais pas de problème, il y en a d'autres dans la rue ». Il y a des questions de territorialité, de concurrence, de ressources... cette vision simpliste ne peut justifier une quelconque action de destruction d'habitat en perte sèche."

Ce phénomène est malheureusement très rarement traité dans les études d'impacts.

Toutefois, des suivis de parcs photovoltaïques en Allemagne, ont montré que des oiseaux exploitent l'intérieur des parcs photovoltaïques pour chasser, se reproduire et se nourrir, dont des rapaces, comme la buse variable et le faucon crécerelle (17) (cf. partie effets positifs).

Des modifications dans le cortège des oiseaux présents ont été constatées, en réponse aux modifications dans la distribution et l'abondance des ressources offertes par les habitats, comme la nourriture, l'eau, les sites de nidifications. Ceci engendre des effets bénéfiques pour certaines espèces, et des effets préjudiciables pour d'autres. Les espèces d'oiseaux de milieux ouverts trouvent des habitats favorables dans l'enceinte du parc où la végétation est entretenue de manière à rester rase, alors que les espèces de milieux arbustifs ou forestières ne retrouvent pas leur compte (19) et doivent se reporter dans des milieux favorables alentours. Les espèces forestières inféodées à des forêts matures n'ont d'autre choix que de trouver des milieux similaires alentours.

Concernant les insectes, l'étude PIESO, conduites sur 5 parcs photovoltaïques et étudiant les orthoptères et lépidoptères a permis de mettre en évidence qu'il n'y avait pas de différence dans la pyramide des âges entre l'intérieur et l'extérieur des parcs (14). En revanche, des différences comportementales ont été notées. Ainsi, dans une étude portant sur 5 parcs photovoltaïques répartis en Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur, le suivi des papillons rhopalocères a montré que les insectes fréquentant l'intérieur d'un parc présentent majoritairement un comportement de repos. Alors que les mêmes espèces, dans les milieux à l'extérieur des parcs, présentent majoritairement un comportement d'alimentation, puis de repos et de reproduction (13). Ceci peut être expliqué par le fait que ces parcs venaient d'entrer très récemment en exploitation et que par conséquent, la flore à l'intérieur des parcs n'avait pas

encore totalement repris, notamment les plantes hôtes des chenilles. Concernant les insectes, les mesures de gestion dans l'enceinte du parc et aux abords, dont la gestion des obligations légales de débroussaillage, sont déterminantes dans le maintien des populations d'insectes et de reptiles (14). Il conviendra donc d'être vigilants sur les mesures de gestion proposées.

A retenir

Ces effets de perturbation et d'effarouchement sont encore peu documentés dans le contexte français. L'étude d'impact devrait traiter de ces impacts et des mesures devraient être mises en œuvre afin de les quantifier pour permettre à l'avenir de mettre en place, si des impacts négatifs étaient avérés, des mesures d'évitement et de réduction.

Les ruptures de continuités

Pour des raisons de sécurité, les parcs photovoltaïques au sol sont clôturés, ce qui contribue à la fragmentation des habitats des espèces et limite les déplacements de la grande et moyenne faune, et parfois de la petite faune lorsque la base des clôtures est enterrée (13). Ces entraves au déplacement viennent aussi perturber les flux génétiques entre les populations (12), et ce d'autant plus pour les espèces qui ont un faible rayon de déplacement. L'impact visuel et physique du site et du périmètre clôturé à l'intérieur du territoire d'une espèce animale est également à prendre en compte et à mettre en lien avec les effets cumulés des aménagements sur les corridors écologiques des espaces et plus largement de la trame verte et bleue (4). Ces effets peuvent être réduits en rendant les clôtures plus perméables à la petite et moyenne faune, sans risque de sécurité pour les installations, en laissant un espace entre le bas de la clôture ou en utilisant des grillages aux mailles plus grandes et rigides. Une vraie réflexion doit être conduite quant à la pose des clôtures sur le site, pour éviter les effets "entonnoir" qui conduiraient les animaux vers des secteurs mortifères (route, cul-de-sac, bassin de rétention d'eau).

Le risque de collisions avec les panneaux

En générant une lumière polarisée (cf. paragraphe dédié), les surfaces de panneaux solaires pourraient être confondues par certaines espèces d'oiseaux d'eau avec des surfaces aquatiques. Cette confusion entraîne un risque de collision, qui ne causerait pas de mortalité directe, mais sonné, l'oiseau pourrait avoir du mal à redécoller tout de suite et être empêché d'échapper à ses prédateurs (19). Blessés suite à ces collisions, des oiseaux pourraient mourir faute de pouvoir s'alimenter. Donc, si ces collisions ne causeraient pas forcément une mortalité directe, elles pourraient entraîner en revanche des mortalités indirectes.

La lumière polarisée attire les insectes, proies des chiroptères. Ces mammifères volants, tout comme les oiseaux, seraient susceptibles d'utiliser les parcs photovoltaïques en tant que zone de chasse. Une expérience a cherché à savoir comment les chauves-souris appréhendaient les surfaces lisses pouvant être confondues avec une surface en eau. Tous les individus (6 individus de 4 espèces : Minioptère de Schreibers, Murin de Daubenton, Grand Murin et Grand Rhinolophe) ont tenté de s'abreuver sur la surface lisse. L'étude a montré que les animaux utilisent principalement l'écholocation pour reconnaître l'eau, même en présence d'autres informations contradictoires (olfactives, toucher, goût, ...). Pour autant, aucun animal n'est entré en collision avec les surfaces lisses. L'explication quant à l'absence de collision serait l'inclinaison des panneaux photovoltaïques. Il faut toutefois noter que les 6 spécimens utilisés dans cette expérience étaient des animaux issus de captivité et n'ont donc jamais connu de conditions naturelles (20).

Dans une étude similaire, des surfaces lisses artificielles ont été posées sur des étendues d'eau. Là aussi, des comportements d'abreuvement ont été observés. Si aucune collision n'a été constatée, en revanche les chiroptères n'ont plus utilisé le site comme lieux d'abreuvement (20).

Il est également noté de rares collisions non mortelles d'oiseaux de grande taille avec le dessous des panneaux. Des plumées ont également été découvertes, mais de fait les causes des traumatismes n'ont pu être identifiées et venir infirmer ou non d'éventuelles collisions (19). Notons que pour le parc étudié, cet impact a été considéré comme négligeable.

Il est également noté des mortalités de chauves-souris et d'insectes (15).

Certains dispositifs permettent d'atténuer la lumière polarisée. Ces blessures et mortalités peuvent de fait être réduites (21) et cf paragraphe *Lumière polarisée*.

Les panneaux peuvent également refléter les éléments du paysage. Comme vitrage, cet effet peut inciter des oiseaux à s'approcher en volant, pensant que les habitats sont effectivement présents et donc présenter un risque de collision (17). Les modules à couche mince présentent un fort potentiel de réflexion du fait des surfaces en verre généralement lisses, de couleur foncée et dans certaines conditions lumineuses. Néanmoins, tout comme la lumière polarisée, cet effet peut être atténué en ayant recours à des panneaux à faible capacité de réflexion (17).

Il est également fait état de mortalité par collisions avec des véhicules sur les voies d'accès et les voies à l'intérieur des installations (12) utilisées pour la maintenance des installations en phase d'exploitation, qu'elles soient goudronnées ou non. Mais cette mortalité est corrélée à la fréquentation (12) et à la vitesse et à la gestion de la végétation aux abords des voies. Dans le contexte français, cette mortalité serait généralement négligeable, les voies d'accès étant peu fréquentées et à faible allure.

A retenir

Les collisions. Nous n'avons pas su trouver de données sur les collisions de la faune avec les panneaux dans le contexte français. Aussi, il conviendrait que l'étude d'impact prévoit des mesures de suivi de ce risque, afin de mieux documenter et quantifier le phénomène. Dans l'idéal, il conviendrait qu'un protocole de suivi standardisé soit mis en place pour permettre des comparaisons entre situations et installations et permettre des retours d'expérience.

La lumière polarisée

En générant une lumière polarisée, les panneaux photovoltaïques seraient susceptibles de perturber l'alimentation, la reproduction ou l'orientation d'espèces animales, notamment lors de migration, de les attirer ou au contraire de les faire fuir, d'influencer le comportement des prédateurs, conduire à sélectionner des sites ou des partenaires de moindre qualité, à entraîner des collisions (22).

Cette lumière polarisée est notamment utilisée par des insectes ou des oiseaux pour se repérer ou s'orienter. Or, des études conduites au sein de parcs solaires en Amérique du Nord suggèrent que les impacts de la mortalité par collision seraient sous-estimés, en particulier dans les installations de grande échelle. Les hypothèses posées reposent sur le fait que l'éblouissement et la lumière polarisée émise par les panneaux attirent les insectes qui confondent ces surfaces avec des surfaces en eau. Il en résulterait un regroupement des oiseaux en quête de nourriture, ce qui pourrait augmenter le risque de collision (19)(22)(23). Ce risque de collision pourrait même concerner directement les oiseaux d'eau qui confondraient les panneaux avec un plan d'eau. Comme lors de collisions avec les vitrages, les oiseaux, sonnés voire blessés par le choc, se trouveraient alors incapables de s'échapper ou de redécoller, restant ainsi des proies idéales pour leurs prédateurs (19). Toutefois, il existerait peu de preuves que les oiseaux réagissent à la lumière polarisée, et ces hypothèses n'ont pas été corroborées par des études sur site (19).

Pour se reproduire, des insectes aquatiques pondent leurs œufs dans l'eau. En confondant les surfaces de panneaux solaires avec une étendue d'eau, voire « *en préférant ces surfaces artificielles* » pour y pondre leurs œufs, le succès reproductif serait nul (20)(21). Ceci pourrait avoir pour effet d'affecter la reproduction des insectes, mais pourrait aussi

entraîner une mortalité par épuisement et par un risque accru de prédation. Ce phénomène de confusion des panneaux solaires en raison de la lumière polarisée avec une surface en eau est également décrit pour les oiseaux d'eau (24). Les amphibiens et reptiles pourraient également être concernés (12), mais les données sont lacunaires.

Notons qu'une étude a révélé que d'autres surfaces artificielles, lisses et sombres, sont susceptibles d'engendrer de la lumière polarisée, comme les carrosseries des voitures, les routes asphaltées, les façades d'immeubles en verre ou encore les films plastiques utilisés pour les serres agricoles. Cette étude relève que de telles surfaces perturberaient l'alimentation, la reproduction ou l'orientation de plusieurs espèces d'insectes (22).

Ces effets de confusion pourraient être réduits en délimitant sur les panneaux solaires, des zones plus petites à l'aide de bandes blanches (21).

En revanche, les observations faites sur une installation photovoltaïque au sol de grande envergure proche du canal Main-Danube et d'un grand bassin de retenue occupé presque toute l'année par des oiseaux aquatiques n'ont révélé aucun risque de confusion (17). Toutefois, si cela devait se produire, ceci serait problématique pour certaines espèces d'oiseaux, comme les plongeurs, qui sont incapables de redécoller depuis le sol (17).

A retenir

La lumière polarisée. Dans le contexte des études anglo-saxonnes, les parcs solaires sont de grandes surfaces, susceptibles d'accentuer l'effet de confusion avec des surfaces en eau. Dans le contexte français, il existe peu de données concernant cet impact. Aujourd'hui en France, le marché du photovoltaïque au sol est clairement orienté vers de nouveaux types de panneaux réduisant significativement les effets de polarisation. Néanmoins, les surfaces de ces installations sont susceptibles d'augmenter. Par conséquent, notamment pour les parcs de grande surface, il conviendrait que l'étude d'impact traite cet impact voire propose des mesures de suivi protocolées pour mieux documenter et quantifier ce phénomène et permettre des comparaisons entre situations, types d'installations et espèces concernées. Le guide de l'étude d'impact de parcs photovoltaïques au sol recommande que cet aspect soit abordé dans l'étude présentée par le porteur de projet (27).

Les effets des panneaux

La pose des panneaux et de leurs fondations (pieux ou dalles) n'entraîne pas ou peu de modifications du sol. En revanche, les travaux de préparation du terrain (défrichage, aplanissement, creusement des tranchées de raccordement, circulation des engins) en phase de chantier peuvent causer un tassement, compacter les sols et entraîner des phénomènes de ruissellement et d'érosion. Sur la base d'études de stabilité de terrain, topographiques et pédologiques, des choix de remodelage du terrain et des mesures de gestion du chantier peuvent être faits afin de réduire ces effets (4).

L'ombre sous les panneaux et l'ombre portée sont susceptibles de modifier la température du sol, de réduire le rayonnement solaire et les précipitations arrivant au sol (14), de modifier les conditions pédologiques sous les panneaux (4), mais aussi d'entraîner des changements dans les courants d'air (25) et des modifications morphologiques et physiologiques sur les plantes sous les panneaux solaires, comparé à une situation de pleine lumière (4)(26). Dans son avis du 21 avril 2021 concernant la demande d'autorisation de déroger à la protection d'espèces dans le cadre du projet de centrale photovoltaïque du terroir Théodore, le Conseil national de protection de la nature a évoqué un risque de perturbation des populations de reptiles du fait "notamment de l'ombre portée." Concernant la température du sol, dans le contexte français, le suivi de parcs photovoltaïques installés en zone méditerranéenne a montré que de mars à octobre, la température moyenne sous les panneaux est plus basse (13,3°C) que hors des panneaux (14,8°C). En revanche, en période hivernale, la température sous les panneaux est plus élevée (9°C) que hors des panneaux (8,3°C) (14).

Il a également été démontré que dans le cas d'installations agrivoltaïques, associant panneaux solaires et cultures sur le même site, la réduction de la lumière avait un impact significatif sur le rendement final de la récolte de laitues de printemps et d'été (15). Dans le suivi d'essai de restauration d'un couvert végétal dans une centrale photovoltaïque de l'Aude, il a été mis en évidence que la survie des plantes sous les panneaux était moins importante par rapport aux situations en tête de rangs. La cause identifiée est un stress lié au manque de lumière (14).

D'autres études, au contraire mettent en évidence une croissance accrue des espèces végétales installées sous les panneaux, par rapport aux mêmes espèces installées en plein soleil (26).

Concernant l'humidité, le suivi de parcs en zone méditerranéenne a mis en évidence une humidité en moyenne plus élevée sous les panneaux (14), mais juste après les pluies, l'humidité y est moins élevée. Pour un parc solaire de l'Aude, les mesures de l'humidité relative à la surface du sol ont montré que de mars à novembre 2017, cette humidité est plus élevée sous les panneaux qu'en dehors des panneaux. En revanche, de décembre 2017 à mars 2018, elle était plus basse sous les panneaux (14).

Une diversité floristique significativement plus faible a été relevée sous les panneaux sur l'ensemble des parcs étudiés par rapport aux allées et à l'extérieur des parcs photovoltaïques dans une étude portant sur cinq parcs photovoltaïques répartis dans les régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur (13). Pour autant, ces effets n'ont pas été quantifiés. Ces résultats sont corroborés dans une autre étude où il a été constaté une biomasse des plantes aériennes quatre fois moins élevée sous les panneaux photovoltaïques ainsi qu'une moindre diversité des espèces (14)(25). Il a également été constaté un retard important de la date de la floraison (15).

Les panneaux solaires, par les variations saisonnières et diurnes du microclimat au niveau du sol, provoquent des effets qui peuvent aller jusqu'à modifier le cycle du carbone (25).

Les panneaux viendraient aussi altérer les flux d'air autour de la structure (3). Ces phénomènes sont susceptibles d'altérer les conditions locales nécessaires au maintien d'espèces végétales ayant des exigences particulières et présentant une faible adaptabilité à de nouvelles conditions du milieu.

Ces effets peuvent avoir tantôt des impacts positifs (en été, moins de stress hydrique, lumineux, et thermique) (26) mais engendrer des effets négatifs pour les espèces végétales qui dans ces nouvelles conditions ne retrouveraient pas leurs besoins physiologiques. Ces effets n'ont pas été quantifiés, mais il conviendrait d'y porter attention en cas de présence d'espèces végétales patrimoniales et/ou protégées.

Dans une moindre mesure, la présence des panneaux au sol pourrait modifier l'écoulement de l'eau sur le sol, et donc l'érosion et le ruissellement (4).

Les effets sur la faune et la flore sauvages semblent toutefois peu étudiés. Notons que les ovins paissant dans l'enceinte des parcs recherchent l'ombre sous les panneaux (26).

Le risque de contamination chimique des sols par les supports ou les panneaux en fonctionnement est nul, sauf dans de rares cas d'accident ou de dommages aux panneaux (4).

A retenir

L'ombrage sous les panneaux. Cet impact devrait être mentionné dans l'étude d'impact a minima dans le cas de présence d'espèces végétales patrimoniales ou protégées. Des protocoles de suivi des effets des modifications entraînées par les panneaux devraient être testés pour permettre d'enregistrer des retours d'expérience.

L'effet gouttière

Il est généralement considéré que sous les panneaux, la pluie ne parvient pas au sol (17). Cette raréfaction voire absence de pluie pourrait modifier les habitats et la composition végétale du sol situés sous les panneaux. Néanmoins, une étude a mis en évidence qu'il y aurait jusqu'à trois fois plus de précipitations sous les panneaux qu'alentour. La pluie s'écoule le long du cadre du support du panneau photovoltaïque et s'égoutte sous le panneau (25). Ce phénomène a pour conséquence une érosion des sols (17), tout comme l'écoulement de l'eau de pluie sur les panneaux entraîne une érosion à l'aplomb des panneaux creusant ainsi un sillon (17)(27). Une mauvaise gestion des pluies pourrait également mettre en suspension des particules fines générant des impacts sur les habitats ou les milieux aquatiques.

L'intensité de cet impact est corrélée au nombre de modules superposés sur une rangée. Ainsi, pour une installation avec deux modules superposés, un mètre courant de bord d'égouttement écoule environ 3 m² de surface de précipitation. Avec quatre modules superposés, ce sont 5,50 m² de surface de précipitation par mètre (17). La nature du sol et l'inclinaison du terrain peuvent aussi influencer la formation de rigoles (17).

En France, il semblerait que des espaces soient généralement prévus entre les panneaux d'une même rangée pour éviter l'effet gouttière, mais nous n'avons pas su trouver de retours d'expérience.

A retenir

Des mesures d'évitement et de réduction sont possibles pour rendre cet impact nul ou négligeable. Pour autant, même si les effets sont négligeables, conformément au guide de l'étude d'impact du ministère (27), cet impact et les mesures mises en œuvre pour l'éviter ou le réduire doivent être décrits dans l'étude d'impact.

Les champs électromagnétiques

L'objet des parcs solaires étant de produire de l'électricité et de l'apporter jusqu'aux sites de consommation, tout un réseau de câbles et d'installations électriques est nécessaire. Or, ces installations peuvent générer des champs électromagnétiques, créés par le courant et la tension, susceptibles d'altérer les espèces animales (12). Ces champs sont produits au niveau des modules solaires et les lignes de connexion en courant continu, des convertisseurs, des onduleurs (qui sont la principale source de champs électromagnétiques) et des transformateurs permettant le raccordement au réseau en courant alternatif.

Selon une étude américaine (12), dans une installation de grande surface et à forte exposition, ces champs peuvent engendrer des troubles du système nerveux, une perturbation du rythme circadien, des modifications de la fonction cardiaque, une altération de l'immunité et de la fertilité et des problèmes génétiques et de développement.

Dans le cas d'une installation en toiture ou sur un hangar agricole, l'installation n'émettrait pas davantage de rayonnements électromagnétiques que d'autres équipements. D'ailleurs, il semblerait que les routeurs wifi, téléphones portables ou radioréveils présentent potentiellement des risques pour la santé humaine nettement supérieurs (28).

En France, pour les parcs PV, les mesures réalisées montrent de faibles expositions (29).

Ordres de grandeur et valeurs limites

	Champ électrique	Champ magnétique
Valeurs limites (f = 50HZ) (décret du 3 mai 2002)	5 kV/m	100 µT
Puissance installation PV < 10KW	Module et onduleurs < 5 kV/m	Module PV : < 1.5 µT Onduleur : 120 µT Onduleur + 1mètre : < 1 µT

Puissance installation PV > 1MW

Module et onduleurs
< 5 kV/m

Module PV : < 1.5 μ T
Onduleur + 1 mètre : 50 μ T
Onduleur + 3-5 mètres : < 0.05 μ T

A retenir

Les champs électromagnétiques. Les effets des champs électromagnétiques sur la biodiversité sont encore très insuffisamment documentés et ne font pas l'unanimité au sein de la communauté scientifique. Les diverses installations générant des champs électromagnétiques sont soit enterrées, soit abritées dans des bâtiments.

L'émission des champs électromagnétiques est par conséquent **très faible et localisée**, et comme le propose le guide de l'étude d'impact des parcs photovoltaïques (27), des mesures permettent de réduire encore plus cette émission (éloignement de l'onduleur, paroi, ...). Il conviendrait néanmoins qu'un paragraphe dédié soit présenté dans l'étude d'impact. Des informations supplémentaires sur les ondes et les valeurs limites sont disponibles sur le site du CRIrem (30) et de l'Ineris (31).

Le nettoyage des panneaux

Lors d'échanges avec des représentants associatifs, il a souvent été évoqué l'utilisation de produits de lavage pour débarrasser les panneaux photovoltaïques des poussières. Dans les zones désertiques des Etats-Unis où sont installés des parcs photovoltaïques, les produits utilisés pour réduire le dépôt des poussières sur les panneaux ont des effets sur les plantes et les habitats naturels (12). Toutefois, dans le contexte européen et français, l'inclinaison des panneaux, les propriétés antisalissures des panneaux et les pluies suffisent à rincer les pollens, poussières et fientes déposés sur les panneaux. Aussi, dans la pratique, les parcs photovoltaïques ne nécessitent aucune opération de nettoyage de grande envergure (17). Le cas échéant, les panneaux sont rincés à l'eau claire, sans recours à des produits de nettoyage (Comm. Boralex).

A retenir

Les panneaux ne nécessitant pas d'opération de nettoyage de grande envergure, l'impact est nul. Il convient toutefois que cet aspect soit présenté dans le dossier pour indiquer qu'en effet, il n'y a pas d'impact, ceci pour couper court aux "rumeurs".

Le bruit

Certaines espèces, comme les oiseaux ou des mammifères, peuvent être affectées par le bruit.

Dans un parc photovoltaïque, seuls les onduleurs et transformateurs sont susceptibles d'émettre du bruit. Ils sont généralement installés dans un local d'où le bruit se propage à l'extérieur via des grilles d'aération. En fonction de la configuration des lieux, ces bruits peuvent être amplifiés et se diffuser dans différentes directions. Dans le cas de parcs avec des panneaux mobiles, les moteurs permettant de suivre la course du soleil émettent également du bruit, mais uniquement du lever au coucher du soleil (27).

Les émissions sonores de ces installations sont relativement faibles, et dans le cas des panneaux mobiles, outre le fait que les moteurs ne fonctionnent pas la nuit, leur puissance acoustique à la source est de l'ordre de 55 à 58 dB(A), soit 37 à 40 dB(A) à 2 m de distance - un bruit de feuilles agitées par le vent équivaut à 35 dB(A).

Le phénomène d'accoutumance des oiseaux au bruit est largement décrit. Les effets du bruit sur ces espèces sont probablement négligeables. En revanche, les chauves-souris seraient susceptibles d'être dérangées aux périodes de

lever et de coucher du soleil, au moment où les panneaux mobiles se mettent en marche. Les suiveurs pourraient en effet émettre des ultra-sons (27).

A retenir

Le bruit. Les émissions sonores des parcs photovoltaïques sont faibles, et ne devraient pas avoir d'effet sur la faune. L'étude d'impact doit néanmoins aborder ce volet et l'impact doit être quantifié, et en cas d'effet significatif, des mesures d'évitement et de réduction doivent être mises en place.

POUR ALLER PLUS LOIN

- (3) « [Renewable energy and biodiversity: implications for transitioning to a Green Economy](#) ». Alexandros Gasparatos, Christopher N.H. Doll, Miguel Esteban, Abubakari Ahmed, Tabitha A. Olang. 2017. pp 161-184
- (4) État de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages, et des moyens d'évaluation de ces impacts – Rapport de l'état de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages - directs et indirects sur l'ensemble de leur cycle de vie. ADEME, Deloitte Développement Durable, Biotopie. 2018. 137 pages.
- (9) [Centrale photovoltaïque du teril Théodore \(Haut-Rhin\) - Avis du CNPN du 29 avril 2021](#). Page consultée le 28 juillet 2021.
- (12) [Wildlife Conservation and solar Energy Development in the Desert Southwest, United States](#). Jeffrey E. Lovich and Joshua R. Ennen. BioScience. December 2011 / Vol. 61 No. 12. pp 982-992
- (13) [Prise en compte de la biodiversité dans les aménagements de parcs photovoltaïques. Rapport de fin de master professionnel Ingénierie de la biodiversité](#). Benoit Sarraçanie. IMBE/ECO-MED/ECO-RCE. 2011/2012
- (14) Rapport présentant le bilan des années de suivis écologiques et suivis de restauration du projet PIESO. Océane Vellot, Alexandre Cluchier, Pierre Volte, Jean Bigotte, Pierrick Devoucoux, Nicolas Kaldonski, Armin Bischoff, Raphaël Gros, Gabriel Neve, Pierre Illac. 2020. 230 pages.
- (15) [Environmental impacts of large-scale CSP plants in northwestern China](#). Z. Wu, A. Hou, C. Chang, X. Huang, D. Shi, Z. Wang. Environ Sci Process Impacts, 16 (2014), pp. 2432-2441.
- (16) [A preliminary assessment of avian mortality at utility-scale solar energy facilities in the United States](#). Leroy J. Walston Jr, Katherine E. Rollins, Kirk E. Lagory, Karen P. Smith, Stephanie A. Meyers. Renewable Energy. Volume 92, July 2016, Pages 405-414
- (17) [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
- (18) [La compensation écologique. Concepts et limites pour conserver la biodiversité](#). Baptiste Regnery. Publication scientifique du MNHN. Octobre 2017. Paris. 288 p.
- (19) [Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa](#). Elke Visser. Vonica Perold. Samantha Ralston-Paton. Alvaro C. Cardenal. Peter G. Ryan. Renewable Energy. Volume 133, April 2019, pp 1285-1294
- (20) [Photovoltaïque et Biodiversité. Etude bibliographique & Retours d'expérience](#). Calidris. 2019

- (21) [Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects](#). G. Horváth, M. Blahó, Á. Egri, G. Kriska, I. Seres, B. Robertson. *Conserv Biol*, 24 (2010), pp. 1644-1653
- (22) [Polarized light pollution : a new kind of ecological photopollution](#). Gábor Horváth, György Kriska, Péter Malik, and Bruce Robertson. *Front Ecol Environ*, 7 (2009), pp. 317-325,
- (23) Avian Mortality at Solar Energy Facilities in Southern California : A Preliminary Analysis. Kagan, R.A., T.C. Viner, P.W. Trail, and E.O. Espinoza. 2014. Unpublished report to US National Fish and Wildlife Forensic Laboratory, Ashland.
- (24) [Avian interactions with renewable energy infrastructure: an update](#). Jennifer A. Smith, James F. Dwyer. *THE CONDOR*, Volume 118, Issue 2, 1 May 2016, Pages 411–423
- (25) Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. Armstrong A., Ostle N. J., Whitaker J. (2016). *Environmental Research Letters*, 11(7), 074016.
- (26) [Dynamique végétale sous l'influence de panneaux photovoltaïques sur 2 sites prairiaux pâturés](#). Loan Madej. *Milieux et Changements globaux*. 2020.
- (27) [Installation photovoltaïques au sol – Guide de l'étude d'impact](#) – Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement – Avril 2011 – 140 p
- (28) <https://www.quelleenergie.fr/questions/effets-panneaux-photovoltaique-sante> Page consultée le 26 juillet 2021.
- (29) <https://www.photovoltaique.info/fr/info-ou-intox/champs-electromagnetiques/#tab-content> - Page consultée le 23 juillet 2021. ().
- (30) [Avis du CRIrem](#). Page consultée le 23 juillet 2021.
- (31) [Information de l'Inéris sur les ondes et valeurs limites](#). Page consultée le 23 juillet 2021.

4. Des effets positifs des parcs PV sur la biodiversité

Le choix du site d'implantation du parc photovoltaïque au sol est déterminant quant aux impacts qu'il va engendrer sur la biodiversité. Aussi, la phase d'évitement, notamment des sites naturels ou forestiers, doit être privilégiée (20)(32).

En complément des mesures d'évitement, de réduction et de compensation (ERC), des mesures de gestion appropriées sont de nature à permettre le maintien voire la reconquête de certains habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages. Ces mesures de gestion doivent être définies en fonction de l'état initial du site et des compartiments de biodiversité qui ont été atteints du fait de l'installation du parc photovoltaïque. L'exploitation d'une centrale photovoltaïque au sol implique forcément le maintien d'un milieu ouvert, avec une limitation des espèces ligneuses et vivaces afin d'optimiser la production d'énergie solaire (14). Ces milieux ouverts peuvent s'avérer bénéfique à d'autres cortèges, ce qui peut être intéressant dans certains contextes de milieux en fermeture. Ainsi, les mesures de gestion maintenant des milieux ouverts ou de prairie sont susceptibles d'être favorables à certaines espèces patrimoniales (entomofaune, flore, avifaune, etc.) en difficulté (19) et servir de zones de chasse. Ainsi, le suivi sur le parc photovoltaïque de Réauville (Drôme) a montré lors de l'année N+1, une nette évolution du statut de l'Alouette lulu, espèce d'intérêt communautaire, à qui l'ouverture des milieux a été profitable y trouvant des milieux plus favorables à sa reproduction que les boisements pré-existants (33).

De manière assez intuitive, si l'état initial du site d'implantation du parc photovoltaïque était dégradé et/ou le niveau de patrimonialité était faible, les mesures de gestion sont venues apporter une évolution positive de la richesse spécifique

(14). Là où des mesures de gestion spécifique en faveur d'espèces à haute valeur patrimoniale ont été mises en place, ces mesures ont permis le maintien des espèces cibles voire une évolution positive de la patrimonialité (14).

Une fois la phase de travaux de construction passée, des suivis au sein de sites photovoltaïques allemands ont montré que de nombreuses espèces d'oiseaux utilisent les zones entre les modules et les bordures des installations au sol comme terrain de chasse et d'alimentation. Il semble que les insectes, du fait de la lumière polarisée, sont attirés dans les parcs photovoltaïques. Cet attrait des insectes bénéficie aux oiseaux insectivores. Il a été constaté que des Bergeronnettes grise et printanière, mais aussi des pies bavardes, des moineaux domestiques ou des mésanges charbonnières profitent de cet effet pour s'alimenter, mais également des chiroptères (20). En automne et en hiver, des passereaux utilisent les surfaces des parcs pour se nourrir, tout comme les espaces non enneigés sous les panneaux. La buse variable et le faucon crécerelle ont été observées en chasse à l'intérieur des parcs, les modules photovoltaïques ne semblant pas constituer des obstacles pour les rapaces. Les parcs photovoltaïques sont également utilisés comme site de nidification. Ainsi, le rouge-queue noir, la bergeronnette grise ou encore la grive litorne utilisent les supports d'assises en bois pour nicher. L'alouette des champs et des perdrix ont été observées en train de couvrir sur des surfaces libres entre les modules. Des oiseaux utilisent également les structures en poste d'affût et d'observation (17). Des comportements identiques des oiseaux sont décrits pour des parcs photovoltaïques proches d'aéroport (20). Les panneaux mobiles n'entraînent pas d'envol soudain des oiseaux (17).

Des études françaises ont mis en évidence les mêmes comportements. Il est à retenir **que l'état initial du site, les habitats et l'abondance des populations d'espèces présentes alentours, la nature des travaux de construction et les mesures de gestion appliquées en phase d'exploitation sont déterminants pour créer des effets positifs sur la biodiversité.**

Le maintien d'un réseau de gîtes dans l'enceinte de l'installation et alentours attire les **reptiles**, mais cette colonisation de l'intérieur du parc photovoltaïque dépend d'une part, de l'abondance locale en reptiles, de la sauvegarde de zones naturelles dans le parc, mais aussi de la pression de pâturage et de la conduite des opérations légales de débroussaillage (14).

Une fonction de refuge des parcs photovoltaïques a été décrite pour les **araignées, les coléoptères, diptères et hyménoptères**, permise par la création de différents micro-habitats, par les mesures de gestion écologique du milieu et par l'absence de traitements phytosanitaires (20).

Une étude américaine indique que la création et l'entretien d'habitats en faveur des pollinisateurs dans et aux abords des parcs photovoltaïques par la plantation de semences de plantes locales après la construction du parc seraient de nature à attirer et aider les insectes pollinisateurs en leur procurant alimentation, refuge et nidification (34).

Une gestion extensive, notamment par pâturage ovin, peut être favorable aux espèces végétales et oiseaux de milieux ouverts, aux insectes et aux reptiles. Il faudra néanmoins veiller à éviter le surpâturage qui fait disparaître les micro-habitats utiles pour ces animaux (14).

Concernant les obligations légales de débroussaillage, des opérations trop fréquentes nuisent aux insectes et aux reptiles (14). Aussi, est-il recommandé d'éviter le printemps pour procéder à ces opérations et d'avoir recours à des engins trop lourds et de prévoir des interventions par rotations sur plusieurs années (36). Dans certaines conditions, et notamment pour le maintien d'espèces végétales, le débroussaillage mécanique présente des avantages car il exerce une pression uniforme sur l'ensemble des végétaux et permet l'exportation des matières végétales hors du parc (14).

A retenir

Les impacts des parcs photovoltaïques. Des effets de seuils peuvent s'ajouter si en plus, les effets cumulés des impacts du projet avec ceux des aménagements à proximité ne sont pas pris en compte.

Si la liste des impacts sur les espèces animales et végétales et leurs habitats paraît bien longue, la mise en œuvre de mesure d'évitement, de réduction et de compensation, avec des mesures de gestion, correctement évaluées et effectivement mises en place, sont de nature à éviter et/ou réduire les effets de ces impacts.

En cas d'impacts résiduels, des mesures compensatoires et d'accompagnement viennent compléter le dispositif. Les mesures de suivi prescrites doivent permettre d'évaluer leur efficacité et de créer un retour d'expérience permettant d'améliorer les connaissances et les process de ces installations.

L'important pour l'avenir de la filière est qu'elle participe activement au développement de retour d'expérience sur les mesures ERC et de gestion mise en place. Les recommandations proposées dans le cadre de l'étude PIESO seraient ainsi à prendre en considération par les développeurs, avec l'aide et l'appui des services instructeurs, des universitaires et des bureaux d'étude.

POUR ALLER PLUS LOIN

(14) Rapport présentant le bilan des années de suivis écologiques et suivis de restauration du projet PIESO. Océane Vellot, Alexandre Cluchier, Pierre Volte, Jean Bigotte, Pierrick Devoucoux, Nicolas Kaldonski, Armin Bischoff, Raphaël Gros, Gabriel Neve, Pierre Illac. 2020. 230 pages.

(17) [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

(19) [Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa.](#) Elke Visser. Vonica Perold. Samantha Ralston-Paton. Alvaro C. Cardenal. Peter G. Ryan. Renewable Energy. Volume 133, April 2019, pp 1285-1294

(20) [Photovoltaïque et Biodiversité. Etude bibliographique & Retours d'expérience.](#) Calidris. 2019

(32) Guide PIESO – Guide technique d'éco-conception des centrales photovoltaïques - Un outil d'aide à l'intégration écologique. Océane Vellot, Alexandre Cluchier, Pierre Illac. Septembre 2020. 108 pages.

(33) Suivis écologiques du parc photovoltaïque de Réauville (Drôme). Vincent Mouret. 2018.

(34) Examining the potential for agricultural benefits for pollinator habitat at solar facilities in the United States. Leroy J. Watson, Shruti K. Mishra, Heidi M. Hartmann, Ihor Hlohowskyj, James McCall, Jordan Macknick. Environmental Science & Technology. 2018.52, p 7566-7576.

LE SOLAIRE EN TOITURE

De manière générale, et sauf dans le cas où des bâtiments ne sont construits en zones naturelles ou agricoles que pour l'exploitation de toitures équipées de panneaux, on considère que la pose des panneaux solaires sur toiture n'engendre pas d'impact délétères sur la biodiversité. Toutefois, certaines espèces d'oiseaux et des chauves-souris, utilisent ces espaces à des fins de reproduction ou de repos. Les chauves-souris utilisent comme maternité les espaces sous toiture, soit directement sous les tuiles ou ardoises ou sous le pare-vapeur, voire dans l'isolation. Elles s'installent également dans les interstices de façades ou dans les margelles au bord des toits plats. Elles sont présentes surtout au printemps et en été, mais peuvent aussi exploiter ces gîtes en automne ou en hiver. Certains oiseaux (Goélands, Moineaux) peuvent également utiliser les toits plats en site de nidification ou de repos. Toutes les espèces de chauves-souris et leurs habitats (gîtes, reposoirs) sont protégées. Pour les oiseaux plusieurs espèces de Goélands ainsi que les Moineaux domestique et friquet bénéficient d'une protection pour les spécimens et leurs habitats de reproduction et de repos. En cas de travaux, une demande d'autorisation de dérogation à leur protection devra être sollicitée et des mesures ERC devront être appliquées.

L'installation de panneaux solaires sur un bâtiment existant nécessite une déclaration préalable.

Exception : si le bâtiment est inscrit au titre des monuments historiques, un permis de construire est nécessaire.

Au titre du code l'énergie, tout comme les installations au sol, une autorisation est nécessaire. L'installation est réputée autorisée lorsque sa puissance est inférieure à 50 MW.

A noter

La loi Climat et Résilience ([article 101](#)) prévoit une obligation pour les bâtiments à usage commercial, industriel ou artisanal d'une emprise au sol supérieure à 500m² et pour les bâtiments à usage de bureaux d'une emprise au sol supérieure à 1000m² de prévoir un procédé de production d'EnR ou un système de végétalisation.

Cette obligation s'applique également sur la « *toiture du bâtiment ou sur les ombrières surplombant les aires de stationnement, sur une surface au moins égale à 30 % de la toiture du bâtiment construit ou rénové de manière lourde et des ombrières créées* ».

Des précautions, même lors d'installation en toiture. Il conviendra de s'assurer que des investigations adéquates ont été menées pour vérifier la présence/absence d'espèces protégées. En adaptant le calendrier des travaux aux périodes d'utilisation de ces habitats par ces espèces, l'impact peut être réduit. Il est attendu des mesures ERC.

LES PARCS PHOTOVOLTAÏQUES FLOTTANTS

L'utilisation des surfaces en eau apparaît comme une réponse à la consommation d'espaces naturels, forestiers ou agricoles terrestres. Il s'agit de la même technologie qu'en terrestre, mais les panneaux solaires sont supportés par des structures flottantes, posées sur des lacs, réservoirs agricoles ou encore d'anciennes gravières. Ces installations ont un meilleur rendement, car l'évaporation sous les panneaux rafraîchit les cellules qui sont alors plus efficaces.

On pourrait légitimement considérer qu'en l'absence de défrichement et de travaux lourds de préparation du sol, les parcs photovoltaïques flottants sont susceptibles d'avoir moins d'impacts sur les habitats naturels et la biodiversité, notamment en phase de construction. Mais peu de recherche ont été menées sur les impacts environnementaux des parcs photovoltaïques flottants sur la flore, la faune et les écosystèmes aquatiques. Néanmoins, des impacts négatifs ont été relevés par plusieurs études (35).

Pour éviter la dérive des installations flottantes, ces dernières doivent être ancrées. Soit à partir de câbles accrochés sur les rives, soit ancrées au fond de l'eau. En phase travaux, dans le premier cas, des impacts peuvent être engendrés sur les habitats naturels, la faune et la flore rivulaires et aquatiques. Dans le second, l'ancrage au fond peut altérer temporairement la qualité de l'eau et générer des turbidités par le soulèvement des sédiments présents au fond de l'eau et avoir des effets sur les communautés aquatiques, par incrémentation des solides en suspension ou par contact direct avec la structure. En phase travaux, des pollutions accidentelles de l'eau par fuite de carburants depuis les engins, sont susceptibles de porter atteinte à la faune et à la flore aquatiques. Il demeure également des impacts sur les habitats naturels et la biodiversité terrestres au moment d'amener les structures flottantes sur site et pour le raccordement du parc flottant.

En phase d'exploitation, les panneaux solaires, en bloquant la pénétration des rayons du soleil, peuvent empêcher les algues de faire la photosynthèse et donc influencer sur la qualité des eaux. Mais cet impact peut s'avérer bénéfique pour prévenir des proliférations d'algues filamenteuses. En recouvrant la totalité ou une partie du plan d'eau, les parcs flottants réduisent l'évaporation de l'eau. Néanmoins, lorsque les plans d'eau présentent une grande biodiversité, il est nécessaire d'espacer les rangées pour permettre la pénétration de la lumière du soleil pour réduire les risques d'épuisement de l'oxygène dans l'eau. Toutefois, même si un espacement est prévu, l'obscurcissement de la colonne d'eau est susceptible d'altérer les interactions entre les espèces du fait des modifications du microclimat.

Il est mentionné des risques de pollution de l'eau et des mortalités de poissons par le recours à des produits nettoyants chimiques utilisés pour nettoyer les panneaux. En France, de tels produits ne seraient pas utilisés. Il s'agira néanmoins de voir comment les salissures causées par les oiseaux (cormorans, par ex.) utilisant les installations flottantes comme reposoirs ou site de nidification seront appréhendés par les exploitants. Lors des opérations de maintenance, les bateaux utilisés pour rejoindre les plates-formes flottantes peuvent entraîner des pollutions par des fuites d'huile ou de carburants. Se pose également la question du relargage dans l'eau des peintures anticorrosion qui peuvent être utilisées, des effets potentiels des champs électromagnétiques causés par les câbles ou encore la potentielle création d'habitats favorables à des espèces exotiques envahissantes.

Ces installations flottantes sont en effet une opportunité pour plusieurs espèces d'animaux aquatiques, comme les oiseaux mais aussi les ragondins. En s'installant sur ces unités flottantes, les nichées se trouvent à l'abri des prédateurs terrestres et les modules peuvent servir de reposoir et de poste d'observation. Il sera intéressant de voir comment la faune va utiliser ces supports.

Les effets relevés en phase d'exploitation pour les parcs terrestres sont probablement également valables pour les parcs flottants, notamment les effets liés à la lumière polarisée qui pourrait attirer les insectes aquatiques qui viendraient pondre sur les panneaux.

Sur le plan social et économique, les parcs solaires flottants peuvent entrer en concurrence avec d'autres usages : tourisme, baignade, pêche de loisirs (35). Se pose également la compatibilité de ces installations avec des gravières réhabilitées au titre du code de l'environnement, et qui sont donc déjà en quelque sorte, une compensation de l'exploitation des granulats.

A retenir

A l'heure actuelle, les connaissances sont très lacunaires et il y a peu de retour sur ces installations en France. La mise en place d'un observatoire, organisant la remontée et l'analyse des données, permettrait d'avoir une meilleure connaissance des impacts de ces installations et de mieux encadrer si besoin leur développement.

POUR ALLER PLUS LOIN

(35) [Is floating photovoltaic better than conventional photovoltaic? Assessing environmental impacts](#). Gardenio Diogo Pimentel Da Silva & David Alves Castelo Branco. Impact Assessment and Project Appraisal (2018). 36:5, 390-400

LES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION, DE COMPENSATION ET D'ACCOMPAGNEMENT

Exceptés les impacts spécifiques aux parcs photovoltaïques, la plupart des actions d'évitement, de réduction et de compensation (ERC), en phase de construction, d'exploitation et de démantèlement, diffèrent peu de celles applicables à d'autres aménagements. Aussi, les prescriptions habituelles de bonne gestion de chantier et les mesures d'évitement, de réduction et de compensation correctement dimensionnées, effectivement et efficacement mises en place, sont de nature à éviter et à atténuer les effets identifiés comme négatifs des parcs photovoltaïques sur la biodiversité, les continuités et fonctionnalités écologiques. Certaines mesures peuvent être même de nature à contribuer à restaurer des écosystèmes et permettre le maintien voire le retour des espèces animales et végétales inféodées.

Mais il est difficile de dresser une liste exhaustive des mesures ERC pouvant être mises en œuvre pour éviter, réduire et compenser les effets des travaux de construction, d'exploitation et de démantèlement, ces mesures différant notamment selon le contexte écologique et les espèces en présence, la configuration du parc et la nature des travaux réalisés. Et, en l'état actuel des connaissances et retour d'expérience, il est encore plus difficile de dresser une liste des mesures qui fonctionnent ou pas.

Il est important de rappeler que les mesures ERC s'appliquent à l'ensemble de la biodiversité (habitats naturels, espèces et fonctionnalités), protégés ou non.

Il existe plusieurs guides présentant ces mesures ERC (27)(18). Le ministère a publié à l'attention des maîtres d'ouvrages, de leurs prestataires et des services de l'État, une doctrine nationale en matière d'ERC qui rappelle le cadre réglementaire (36) complétée par des lignes directrices plus techniques (37). Plusieurs autres guides permettent de mieux appréhender ces différents concepts (38), ou sont spécialement dédiés à la phase d'évitement (39), ou aident au dimensionnement des mesures compensatoires (40) (41). L'OFB a également mis en place un centre de ressources dédié à l'ERC (42). Les développeurs ont également produit plusieurs rapports compilant des bonnes pratiques (5)(14).

Ces dernières années une meilleure prise en compte de la biodiversité est constatée allant dans le sens d'une franche amélioration de la qualité des études d'impacts et des dossiers de demandes d'autorisation de déroger à la protection des espèces. Toutefois, une marge de progression reste attendue, notamment sur le volet de la mise en œuvre de l'ERC, et ce constat général à tous les projets d'aménagement concerne également les parcs photovoltaïques. Certains volets sont insuffisamment traités voire totalement oubliés, comme l'étude des connectivités écologiques, l'étude des effets cumulés, et trop souvent, dans la séquence ERC, l'évitement est peu documenté (1). Enfin, de notre expérience des dossiers de demande de dérogation à la protection des espèces, la justification des trois conditions cumulatives est peu ou mal traitée, notamment la recherche de solutions alternatives, alors même que ces insuffisances sont de nature à entacher d'illégalité l'autorisation donnée par les préfets concernant la dérogation à la protection des espèces (Comm.Pers. FNE).

Le saviez-vous ? La doctrine Eviter, réduire, compenser était déjà prévue par la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, mais peu appliquée. La loi Grenelle II du 12 juillet 2010 est venu rappeler le principe de l'ERC, mais il a fallu attendre la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages pour voir le dispositif renforcé, notamment concernant les objectifs de la compensation.



Quelques rappels importants.

1. L'évitement

L'évitement est une mesure qui modifie une action d'un document de planification ou un projet afin de supprimer totalement un impact négatif identifié. L'évitement peut être donc conduit à deux niveaux : lors de la planification, lors de la conception d'un projet.

Afin d'éviter les atteintes à la biodiversité, comme le préconise entre autres la PPE, la priorité doit être donnée à l'installation des parcs photovoltaïques sur des espaces déjà artificialisés ou dégradés. Cette mesure est de nature à préserver les écosystèmes, les espèces et les fonctionnalités écologiques mais aussi les sols (14).

D'autres mesures d'évitement peuvent être mises en œuvre à l'échelle du site d'implantation : réduction de la surface d'emprise des panneaux, changement d'implantation des panneaux au sein du site, mise en défens des habitats naturels sensibles, des stations d'espèces végétales ou bien encore des gîtes d'espèces animales, adaptation du calendrier des travaux de construction et de démantèlement à la biologie des espèces, ... Le guide de l'étude d'impact (27) du ministère en dresse une liste assez exhaustive.

Point de vigilance

Il convient d'être attentif lors de la lecture du dossier quant aux mesures de gestion et de pérennité dans le temps de la mesure d'évitement. Dans son avis du 5 juillet 2019 concernant le projet de centrales photovoltaïques de Lesperon (Landes) (7), le Conseil national de protection de la nature, a considéré que la mesure d'évitement proposée à juste titre pour la partie Nord du projet initial en raison de forts enjeux de biodiversité doit faire l'objet d'une mesure de gestion et de conservation pérenne. *"En l'état actuel, cette zone évitée est en attente de reboisement suite à une coupe rase. Il ne s'agit donc plus d'une mesure d'évitement."*

La réduction

La réduction est une mesure définie après l'évitement et dont l'objectif est de réduire les impacts négatifs, permanent ou temporaires, d'un projet sur l'environnement, en phase chantier, en phase d'exploitation ou de démantèlement.

En matière de réduction, là aussi, les mesures diffèrent peu de ce qui est habituellement mis en œuvre pour d'autres projets d'aménagement. Il est néanmoins à noter que des études complémentaires devraient être initiées pour quantifier les effets des impacts spécifiques aux parcs photovoltaïques, comme la lumière polarisée, l'ombrage sous les panneaux, etc. De là, si les effets de ces impacts étaient avérés, des mesures de réduction devraient être recherchées et testées. A ce jour, les retours d'expérience dans le contexte français sont trop peu nombreux. Plusieurs guides viennent rappeler les points d'attention (37)(38).

2. La compensation

Les mesures compensatoires sont un ensemble d'actions écologiques qui viennent compenser les atteintes prévues ou prévisibles à la biodiversité occasionnées par la réalisation du projet de parc photovoltaïque. Elles ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs, directs ou indirects du parc photovoltaïque qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits (R. 122-14 du code de l'environnement).

L'article L 163-1 du code de l'environnement définit la compensation et en donne les objectifs. Ainsi, les mesures compensatoires :

- Doivent présenter une équivalence écologique (on ne compense pas un défrichement par l'ouverture de milieux),
- Visent un objectif d'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité.
- Doivent se traduire par une obligation de résultats et être effectives pendant toute la durée des atteintes.

- Ne peuvent pas se substituer aux mesures d'évitement et de réduction.
- Sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou, en tout état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne. Une même mesure peut compenser différentes fonctionnalités.

Si les atteintes liées au projet ne peuvent être ni évitées, ni réduites, ni compensées de façon satisfaisante, le projet n'est pas autorisé en l'état.

Notons que le développeur peut confier, par contrat, la réalisation des mesures compensatoires à un opérateur de compensation ou acquérir des unités de compensation, mais dans tous les cas, le développeur reste seul responsable des mesures compensatoires.

Comme pour l'évitement et la réduction, la compensation diffère peu des mesures qui peuvent être mises en place pour d'autres projets d'aménagement.

Le ministère et l'OFB ont produit plusieurs ressources permettant d'affiner les attentes en matière de compensation et mettent à disposition des références bibliographiques (40)(41)(42). Des données compilées par les développeurs commencent également à émerger (5)(14).

Dans ses avis, le Conseil national de protection de la nature donne également un cadre.

****Centrale photovoltaïque Lande de Sallebert à Mezos (Landes) (10) - Avis défavorable du 21 avril 2021**

"le ratio de compensation est jugé insuffisant du fait de la faible plus-value de la mesure, par rapport à l'existant et à l'importance des autres espèces protégées. C'est pourquoi le CNPN exige l'addition des deux triangles précités (surface d'environ 5 ha supplémentaires) à ajouter aux mesures d'évitement, puis à la compensation selon un cahier des charges du type plan de gestion écologique. Enfin, la garantie d'une bonne gestion de ces espaces, le suivi de la mise en oeuvre des mesures préconisées, la modalité et la durée de la gestion des espaces épargnés pour un tel projet devraient être mieux précisées et dépasser les 30 ans. Sans quoi le projet ne répond pas à l'obligation de maintien dans un état de conservation favorable des populations d'espèces protégées impactées dans leur aire de répartition."

****Centrale photovoltaïque d'Uchacq-et-Parentis (Landes) (6) - Avis défavorable du 4 novembre**

"Le fait que les mesures de compensation ne fassent pas l'objet de localisations précises et que leurs mesures de gestion ne soient pas décrites (absence de plan de gestion), ne précisent pas qui va gérer les espaces de compensation et pour combien de temps, nuit considérablement à la valeur de la séquence Eviter-Réduire-Compenser. Les propositions sont dans l'instant de l'ordre des intentions. Comment le maître d'ouvrage peut-il viser un objectif d'absence de pertes nettes, voire un gain de biodiversité si ces éléments ne sont pas présentés ?"

****Centrale photovoltaïque de La Feuillane à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône) (43) - Avis défavorable du 24 octobre 2019**

"D'abord le ratio de 1/1 en milieu ouvert, dans le contexte de la Crau même dégradée, paraît assez surréaliste. Il s'agit de restes de Coussouls, certes en mauvais état, mais qui ne se rencontrent que dans moins de 20.000 hectares en France sur la seule région de la Crau. Le CNPN s'interroge également sur l'état de détérioration du Coussouls, objet de la principale mesure compensatoire : dans quel état de dégradation du Coussouls se trouvent les 28 hectares constitués par le triangle enclavé au nord du projet ? Pourrait-on avoir une situation comparée avec la réserve naturelle qui le jouxte ? Quel est son état écologique comparé au Coussouls de la réserve naturelle nationale toute proche ? La gestion, restauration prévue, est-elle susceptible d'améliorer sensiblement l'état écologique de ce morceau de Coussouls ? quelle est la plus-value écologique potentielle (en flore, en faune) apportée par les mesures de gestion préconisées qui paraissent insuffisantes en l'état actuel ? Dans tous les cas, le CNPN juge les mesures de

compensation insuffisamment justifiées et leurs mises en œuvre ne répondant pas aux critères d'additionnalité, de pérennité et de faisabilité technique et foncière."

****Trois centrales photovoltaïques d'Arue (Landes) (44) - Avis défavorable du 25 septembre**

"Rien dans ce qui est présenté n'est acquis. A ce stade, la condition du maintien dans un état de conservation favorable des populations d'espèces protégées concernées par le projet n'est pas démontrée tant que les compensations au titre du code forestier et la compensation écologique impliquant une amélioration des habitats forestiers n'auront pas été arrêtées. La compensation sur les zones de protection incendie offre-t-elle une plus-value écologique ? (...) S'est-on assuré que les mesures compensatoires ne chevauchent pas les mesures en place au titre de l'A65, et qu'il y a compatibilité avec l'éventuel passage de la future LGV Bordeaux-Espagne ?

Les mesures compensatoires, tant écologiques, qu'au titre du défrichement ne sont pas encore cartographiées, ni inventoriées. Dans ces conditions comment peut-on connaître le gain en biodiversité entre la destruction des habitats naturels, des espèces protégées et la plus-value attendue à court et moyen terme ? (...) En conclusion, tant que ne seront pas connues plus précisément la localisation de ces 212 hectares et la gestion durable favorable à la biodiversité impactée par les travaux des parcs qui y sera conduite et qui assurera la conduite durable des plans de gestion favorable aux espèces impactées, le CNPN ne pourra accorder qu'un avis défavorable en l'attente de compléments supplémentaires et la description de ces éléments."

Le saviez-vous ?

En cas de défaillance dans la mise en œuvre des mesures compensatoires par le développeur des sanctions administratives et pénales peuvent être déclenchées (Articles L 164-4 et L 171-8 du code de l'environnement). Ainsi, le développeur du parc photovoltaïque peut être mis en demeure par l'autorité administrative de satisfaire dans un délai fixé aux obligations de compensation prévues dans les actes d'autorisation. Si ce dernier, à l'expiration du délai imparti, n'a pas régularisé la situation, l'autorité administrative a compétence pour faire procéder d'office, en lieu, place et frais du développeur, à l'exécution des mesures prescrites, en confiant la réalisation de ces mesures à un opérateur de compensation ou en procédant à l'acquisition d'unités de compensation dans le cadre d'un site naturel de compensation.

Dans le cas où les mesures compensatoires sont inopérantes pour respecter l'équivalence écologique prévue par voie réglementaire, l'autorité administrative compétente ordonne des prescriptions complémentaires.

Des garanties financières peuvent également être exigées. Ces garanties destinées à assurer la réalisation de mesures de compensation et correspondant au montant des travaux peuvent être consignées.

Points de vigilance :

- La priorité doit être donnée à « l'évitement », puis à la « réduction ». La compensation vient en dernier lieu, et il ne peut y avoir compensation, sans qu'il y ait eu évitement et réduction.
- Assurer la cohérence et la complémentarité des mesures environnementales prises au titre des différentes procédures
- Prendre en compte tous les enjeux environnementaux à toutes les échelles
- Si les atteintes à la biodiversité liées au projet ne peuvent être ni évitées, ni réduites, ni compensées de façon satisfaisante, celui-ci n'est pas autorisé en l'état.

3. Les mesures d'accompagnement

Il s'agit de mesures additionnelles aux mesures d'ERC et qui ne se substituent pas à ces dernières. Ce sont des mesures volontaires proposées par le développeur. Elles revêtent un caractère obligatoire ou réglementaire que lorsqu'elles figurent dans les actes officiels d'autorisation.

Ces mesures d'accompagnement peuvent être de différente nature. Il peut s'agir de participer financièrement à un plan national d'action en faveur d'une espèce menacée ou de mesures de suivis scientifique.

LE SUIVI DES MESURES ERC

Afin d'évaluer l'efficacité des mesures d'évitement, de réduction et de compensation, le développeur doit entreprendre des suivis, dont les conditions de mise en œuvre (calendrier, protocole, indicateurs, ...) sont inscrites dans les actes d'autorisation. Ces suivis font également l'objet de bilans qui doivent être transmis à l'autorité compétente, selon la aussi, des échéances fixées dans les actes d'autorisation. L'autorité compétente peut décider la poursuite du dispositif de suivi au vu des résultats des bilans du suivi des incidences du projet sur l'environnement.

Ces mesures de suivi sont proportionnées à la nature et aux dimensions du projet, à l'importance de ses incidences prévues sur l'environnement ainsi qu'à la sensibilité des milieux concernés. Elles sont importantes car elles permettent de révéler les insuffisances de mesures de gestion mises en place et de venir les corriger. Dans le suivi du parc photovoltaïque de Réauville (Drôme), le suivi lors de l'année N+1 a révélé que l'intérieur du parc photovoltaïque ne favorisait pas la présence de deux espèces de lézards, dont l'un était concerné par une autorisation de dérogation à sa protection, du fait de l'absence de zones écotones (33).

Pour aider les porteurs de projet, le ministère a publié un guide d'aide au suivi des mesures ERC (45).

Des mesures de gestion en phase d'exploitation sont en effet de nature à maintenir voire améliorer l'état de conservation des espèces et de leurs habitats. Ainsi l'étude Enerplan, bien qu'il faille prendre les résultats avec réserve, montre que pour la flore, lorsque des mesures de gestion et/ou d'accompagnement spécifiques des espèces végétales patrimoniales sont appliquées, ces dernières peuvent se maintenir voire s'étendre (5). Là aussi, il existe plusieurs publications montrant les effets des mesures de gestion et les suivis qui peuvent être mis en place, voire les résultats d'opérations de restauration de milieux, comme l'étude Enerplan (5) ou encore l'étude PIESO (14). Dans le cadre de PIESO, une boîte à outils pour l'optimisation des suivis écologiques et des techniques d'intégration de l'énergie solaire a été développée (46).

Toutefois, il s'avère que cette phase essentielle pour remplir les obligations réglementaires en matière d'ERC, est relativement mal conduite, et ce tout aménagement confondu, pas uniquement dans le cadre des installations photovoltaïques. Le suivi et l'évaluation des différentes mesures ne bénéficient pas toujours d'indicateurs et les résultats obtenus ne permettent pas de faire des comparaisons entre parcs et contexte écologiques et donc d'aller dans le sens de l'amélioration des connaissances et du partage d'expérience. Le suivi porte exclusivement sur les mesures de compensation et vise à suivre l'évolution de l'état de conservation d'habitats concernés par des actions de restauration écologique, la densité et diversité des espèces impactées significativement par l'aménagement, à vérifier le bon fonctionnement des gîtes installés pour la faune (1). Notre expérience concernant les dossiers de dérogation vient confirmer ces constats. Dans ces conditions, il est difficile d'évaluer le respect de l'obligation de "pas de perte nette".

A retenir

Des études seraient bienvenues pour documenter les effets des impacts, les bénéfices et/ou échec des mesures d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement. Les suivis de ces mesures gagneraient à être standardisés afin de permettre des comparaisons et de vrais retours d'expérience. L'exploitation et la valorisation des données issues des suivis est primordiale pour mieux appréhender les effets des installations solaires. A ce titre, les études initiées par Enerplan (5) ou encore par le programme PIESO (14), même si pour l'heure en raison du faible nombre de bilans de suivis utilisés, leurs conclusions ne sont pas généralisables, sont de nature à venir apporter des éclairages intéressants.

POUR ALLER PLUS LOIN

(1) [La prise compte de la biodiversité dans les études d'impact : évolutions prometteuses mais lacunaires](#). Charlotte Bigard, Baptiste Regnery, Fabien Blasco, John Thompson. Sciences Eaux & Territoires, INRAE, 2017, pp.2-8.

(5) [Photovoltaïque et biodiversité : exploitation et valorisation de données issues de parcs photovoltaïques en France](#). Enerplan/SER/Région Nouvelle Aquitaine/ Région Occitanie/Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport final. Décembre 2020.

(6) [Centrale photovoltaïque d'Uchacq-et-Parentis \(Landes\) - Avis du CNPN du 4 novembre 2020](#). Page consultée le 28 juillet 2021

(7) [Centrales photovoltaïques de Lesperon \(Landes\) - Avis du CNPN du 5 juillet 2019](#). Page consultée le 28 juillet 2021(7) Centrales photovoltaïques de Lesperon (Landes) - Avis du CNPN du 5 juillet 2019. Page consultée le 28 juillet 2021

(10) [Centrale photovoltaïque Lande de Sallebert à Mézos \(Landes\) - Avis du CNPN du 21 avril 2021](#). Page consultée le 28 juillet 2021.

(14) Rapport présentant le bilan des années de suivis écologiques et suivis de restauration du projet PIESO. Océane Vellot, Alexandre Cluchier, Pierre Volte, Jean Bigotte, Pierrick Devoucoux, Nicolas Kaldonski, Armin Bischoff, Raphaël Gros, Gabriel Neve, Pierre Illac. 2020. 230 pages.

(18) [La compensation écologique. Concepts et limites pour conserver la biodiversité](#). Baptiste Regnery. Publication scientifique du MNHN. Octobre 2017. Paris. 288 p.

(27) [Installation photovoltaïques au sol – Guide de l'étude d'impact – Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement](#) – Avril 2011 – 140 p

(36) [Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel](#). Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. 2012. 8 pages

(37) [Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels](#). Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, CGDD. Coll. Références. Octobre 2013. 232 pages

(38) Evaluation environnementale. Guide d'aide à la définition des mesures ERC. Ministère de la transition écologique et solidaire, CGDD, Cerema. Alligan G. et al. Coll. Théma Balises. Janvier 2018. 134 pages

(39) Evaluation environnementale. La phase d'évitement de la séquence ERC. Actes du séminaire du 19 avril 2017. Ministère de la transition écologique et solidaire. Coll. Théma. Juillet 2017. 74 pages

- (40) [Dimensionnement ex-ante de la compensation des atteintes à la biodiversité. Etat de l'art des approches, méthodes disponibles et pratiques en vigueur.](#) Hélène Truchon, Véronique de Billy, Lucie Bézombes, Brian Padilla. OFB. Collection Comprendre pour agir. Juin 2020. 69 pages
- (41) [Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique. Guide de mise en œuvre.](#) Alexia Andreadakis, Charlotte Bigard, Naomi Delille, Françoise Sarrazin, Thomas Schwab. CGDD, CEREMA, OFB. Mai 2021. 149 pages
- (42) [ERC Biodiversité Centre de ressources. OFB.](#) Consulté le 2 juin 2021.
- (43) [Centrale photovoltaïque de La Feuillane à Fos-sur-Mer \(Bouches-du-Rhône\) - Avis du CNPN du 24 octobre 2019.](#) Page consultée le 28 juillet 2021.
- (44) [Trois centrales photovoltaïques d'Arue \(Landes\)- Avis du CNPN du 25 septembre 2019.](#) Page consultée le 28 juillet 2021.
- (45) [Guide d'aide au suivi des mesures ERC des impacts d'un projet sur les milieux naturels.](#) Ministère de la transition écologique et solidaire, CDC Biodiversité. Les cahiers de Biodiv'2050. Inventer. N°13. Avril 2019. 84 pages.
- (46) [PIESO BOOST - Boîte à outils pour l'optimisation des suivis écologiques et des techniques d'intégration de l'énergie solaire.](#) Nicolas Kaldonski, Maxime Thorel, Océane Vellot, Alexandre Cluchier, Pierre Illac, Marie Pillods. Septembre 2020. 76 pages

L'IMPACT ESTHÉTIQUE DES PARCS PHOTOVOLTAÏQUES SUR LES PAYSAGES

L'impact esthétique des parcs photovoltaïques et les modifications des paysages induites est apparue comme une préoccupation lors de notre enquête au sein du mouvement, mais a pu aussi interpeller des riverains, des gestionnaires d'espaces naturels protégés ou de sites et paysages labellisés protégés, voire des organismes de développement touristique. Le guide de l'étude d'impact du ministère rappelle les obligations réglementaires sur l'intégration des parcs photovoltaïques dans les paysages (code de l'urbanisme et circulaire du 19 décembre 2009) (27) et indique les ressources/contacts à rechercher pour documenter le sujet. Ces installations peuvent en effet dénoter dans un paysage, notamment dans un environnement rural, naturel ou forestier, en raison de la surface qu'elles recouvrent, de leurs formes régulières et géométriques, et de l'effet de brillance, de scintillement voire d'éblouissement qu'elles engendrent. Les bâtiments, clôtures, voies d'accès contribuent à rendre ces installations plus visibles. Selon les angles de vue, les distances d'observation, l'observation depuis des points hauts, l'impact esthétique peut s'avérer plus ou moins fort, et ce de jour, comme peut-être de nuit. La multiplication des parcs solaires pour répondre aux objectifs de transition énergétique est aussi susceptible de causer des nuisances visuelles dans les paysages (47).

Selon la position du soleil, les angles et la distance d'observation ces installations peuvent être plus ou moins visibles dans le paysage environnant. Les panneaux étant généralement installés à de faible hauteur et parfois dissimulés par la végétation environnante, ils disparaissent facilement dans le paysage, mais cela n'est pas le cas des onduleurs, des bâtiments ou des raccordements lorsqu'ils sont aériens. Une observation depuis un point de vue en hauteur rend les installations solaires beaucoup plus visibles, faisant apparaître plus facilement leur étendue et leur forme géométrique. Les espaces entre les rangées de panneaux favorisent aussi leur repérage dans un paysage (47).

Dans une étude conduite aux Etats-Unis, les installations solaires au sol étudiées, n'ont pas causé d'éblouissement. Néanmoins, des effets de brillance ont été notés, sans toutefois produire un inconfort visuel (47). Pour réduire la visibilité des installations solaires, les structures porteuses, les onduleurs et les bâtiments peuvent être peints en de manière à se fondre dans l'environnement dans lequel est implanté le parc et réduire ainsi sa visibilité (47). D'autres mesures de réduction de la visibilité des parcs photovoltaïques, à un coût économique acceptable, sont à rechercher (47) selon les contextes.

Relevons aussi, que la perception « gênante » des installations photovoltaïques est assez subjective et dépend d'une personne à l'autre et que pour les riverains, un phénomène d'accoutumance peut se produire, dans un délai qui là aussi dépend des personnes. La question de la perception en fonction des observateurs est également un domaine à approfondir par des recherches complémentaires (47).

Dans le contexte français, au regard du contexte géographique, marqué par une mosaïque de paysages, ces effets sont atténués. Ils doivent quand bien même être étudiés dans le cadre de l'étude d'impact (27).

D'après le collectif et l'ouvrage « Paysages de l'après-pétrole », la saturation du paysage par les structures d'énergie renouvelable doit impérativement être prise en compte par les collectivités et les porteurs de projets. La posture défensive face aux projets serait souvent associée à la crainte de connaître une transformation de leur espace par les riverains, notamment du fait des constructions qui n'ont pas fait l'objet d'une réflexion au niveau paysager par le passé. Les auteurs recommandent aux collectivités d'avoir une politique publique du paysage, afin d'intégrer au mieux les éléments qui composeront le « paysage de l'après-pétrole », prenant en compte le patrimoine et les territoires du quotidien, qu'il faut qualifier en intégrant les évolutions qu'ils connaissent ou les pressions qu'ils subissent²¹.

Traiter de la question paysagère en amont du projet permet l'appropriation du projet par les participants de la concertation et la population et oblige à une approche transversale des enjeux.

Le saviez-vous ?

L'interaction des paysages et de l'énergie fait l'objet de nombreuses recherches. La [Chaire Paysage et Energie](#) de l'Ecole nationale supérieure du paysage conduit avec l'appui de l'ADEME de nombreux travaux sur ce sujet pour accompagner la transition énergétique et faciliter l'intégration paysagère des projets d'énergies renouvelables.

Avec notamment la publication récente de l'ouvrage « [Paysages et énergies – une mise en perspective historique](#) » de Sylvain Allemand, coordonné par la Chaire Paysage et énergie de l'École nationale supérieure de paysage, qui « propose de retracer l'histoire des relations entre énergies et paysages et d'apporter un nouvel éclairage aux débats souvent passionnés relatifs à ces enjeux. »

POUR ALLER PLUS LOIN

(27) [Installation photovoltaïques au sol – Guide de l'étude d'impact](#) – Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement – Avril 2011 – 140 p

(47) Visual impacts of Utility – scale solar energy Facilities on Southwestern Desert Landscapes. Robert G. Sullivan. Leslie B. Kirchler. Carol McCoy. John McCarty. Kevin Beckman. Pamela Richmond. Argonne National Laboratory. 2012.31 p.

Voir aussi : URCAUE, RAEE, Parcs naturels régionaux de France, « [Paysages de l'énergie, paysages en transition : préparer son territoire au déploiement des énergies renouvelables](#) », 2014

²¹ Coredem, [Paysages de l'après-pétrole ?](#), Passerelle, n°9 05/2013

PHOTOVOLTAÏQUE ET ARTIFICIALISATION

DEFINITION

L'utilisation, pour l'installation de parcs solaires au sol, de terres arables et naturelles plutôt que des surfaces bâties et déjà artificialisées pose la question des priorités d'usage des sols, de leur artificialisation et des impacts sur la biodiversité et l'environnement.

Il est utile de rappeler toutefois qu'aujourd'hui :

- Le principal facteur d'artificialisation est lié à l'habitat. D'après l'étude du CEREMA, 68% de l'artificialisation est due à l'habitat - [L'artificialisation et ses déterminants | Portail de l'artificialisation \(biodiversitetousvivants.fr\)](#)
- Et que les objectifs de développement du PV sont au sol de 25 GW d'ici 2028, soit environ 2 GW/an d'ici 2028 (si trajectoire respectée, ce qui est loin d'être le cas) ».

Objectifs PPE	2023	2028
	P en GW installées	P en GW installées
Au sol	11.6	20,6 à 25
Sur toitures	8.5	14,5 à 19,0
TOTAL	20.1	35.1 à 44
		Surface en Km ²
		Entre 330 et 400 km ²
		Entre 150 et 200 km ²
		Entre 480 et 600 km ²

Artificialisation : « La définition conventionnelle de l'artificialisation consiste à désigner comme artificialisés les sols qui ne sont pas des espaces naturels, agricoles ou forestiers (ENAF) » ou encore comme « la transformation d'un sol naturel, agricole ou forestier, par des opérations d'aménagement pouvant entraîner une imperméabilisation partielle ou totale, afin de les affecter notamment à des fonctions urbaines ou de transport (habitat, activités, commerces, infrastructures, équipements publics...) ».

Cette définition est imparfaite car elle amène à comptabiliser des surfaces telles que des jardins particuliers, des squares... comme espaces artificialisés ou à l'inverse, des espaces tels que des golfs comme non artificialisés. Les outils de mesures sont de plus insuffisants (Corine Land Cover, Teruti Luca, fichiers fonciers)²² ... des évolutions relatives à la notion d'artificialisation des sols étaient nécessaires.

Une politique de lutte ambitieuse pour limiter l'artificialisation reste donc encore à définir pour atteindre l'objectif de Zéro Artificialisation Nette du Plan Biodiversité de 2018 dont la mise en œuvre (définition, mesures) a été discutée dans Loi Climat et Résilience de 2021. Celle-ci a apporté une nouvelle définition à la notion d'artificialisation : « L'artificialisation est définie comme l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage. »

Un décret viendra préciser la nomenclature des sols considérés comme artificialisés ou non artificialisés. Sur le sujet spécifique des installations solaires photovoltaïques, un article prévoit qu'elles ne soient pas comptabilisées comme des installations artificialisantes. En effet, selon cet article pendant 10 ans « un espace naturel ou agricole occupé par une installation de production d'énergie photovoltaïque n'est pas comptabilisé dans la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers dès lors que les modalités de cette installation permettent qu'elle n'affecte pas durablement les fonctions écologiques du sol, en particulier ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques ainsi que son potentiel agronomique et, le cas échéant, que l'installation n'est pas incompatible avec l'exercice d'une activité

²² [Objectif « Zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? Rapport de France Stratégie](#), 2019

agricole ou pastorale sur le terrain sur lequel elle est implantée. Les modalités de mise en œuvre du présent alinéa sont précisées par décret en Conseil d'État. »

Le saviez-vous ?

En moyenne, avec 2 hectares par MW installé (de 1 à 3), un parc photovoltaïque au sol couvre une superficie de 10 hectares. Certains acteurs considèrent que, mêmes si les surfaces utilisées ont changé d'affectation, les parcs au sol n'artificialisent pas les sols, ou tout du moins pas comme le ferait une zone commerciale, en raison notamment de la réversibilité des installations, de co-usages et de l'absence d'imperméabilisation des sols.

[L'observatoire de l'artificialisation](#) mis en place en 2020 recueille les données pour dresser « tous les ans, un état des lieux de la consommation d'espaces et [mettre] à la disposition des territoires et des citoyens des données transparentes et comparables à toutes les échelles territoriales ». Ce nouvel outil permettra de disposer de données plus fines et ainsi de mieux piloter le déploiement des parcs PV.

POUR ALLER PLUS LOIN

Voir : [La difficile bataille du zéro artificialisation nette est engagée](#), Actu-Environnement, 28 avril 2021

MODIFICATIONS DES USAGES DU SOL

Les installations solaires sont consommatrices de surface. Il est en effet estimé que les besoins réels en surface d'un parc photovoltaïque (toutes installations connexes comprises) représentent environ entre 1,5 et 2,5 fois la surface des panneaux eux-mêmes (2)(4). Une autre étude fait état d'une surface d'environ 1 km² pour chaque tranche de 20 à 60 MW (9). Une étude allemande (17) indique que le taux d'imperméabilisation du sol d'une installation photovoltaïque représente moins de 5 % de la surface totale, et dans le cas d'une installation avec des fondations sur pieux, ce taux représente moins de 2 %, et ceci essentiellement dû aux surfaces occupées par les bâtiments.

Lorsqu'elles s'implantent dans des espaces naturels, forestiers ou agricoles, elles entraînent la modification des usages, la perte des habitats naturels et de fonctionnalités écologiques et vont à l'encontre de la vocation nourricière des terres agricoles. Par exemple, ces installations sont très souvent clôturées, ce qui concourt à la rupture des continuités écologiques.

Conscient de ce risque de modification de l'usage des sols, l'Etat prévoit dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE), concernant l'énergie solaire, que « les projets respectent la biodiversité et les terres agricoles et forestières, en privilégiant l'utilisation de friches industrielles, de délaissés autoroutiers, de terrains militaires ou encore la solarisation de grandes toitures, qui deviendra progressivement obligatoire » (48).

Néanmoins, il n'existe pas, à notre connaissance, un document centralisé recensant la typologie d'occupation des sols préalablement à l'installation des parcs photovoltaïques. Faute de disposer de ces éléments statistiques, il est généralement supposé, dans le milieu associatif tout du moins, que les centrales photovoltaïques s'installent de manière privilégiée, dans des espaces naturels, forestiers voire agricoles (49) :

- La DREAL PACA a fait un travail de recensement, mettant en évidence, que pour cette région, en 2018, les installations solaires construites l'ont été majoritairement dans des forêts semi-naturelles (72 %).
- Dans son rapport d'activités, la Mission régionale de l'autorité environnementale d'Occitanie (MRAE) indique que « 40 % des surfaces des parcs photovoltaïques concernent des espaces naturels, agricoles ou forestiers souvent sans justification, auxquels s'ajoute 50 % de surfaces sur des espaces anthropisés » (50). La mission tempère en constatant le développement conséquent d'installations en ombrières.

Il semble donc que les quelques données disponibles sur le changement d'affectation des usages du sol mettent en évidence le non-respect du cadre national fixé dans la PPE et par la loi Grenelle ou encore le Plan Biodiversité de 2018.

Toutefois, certains auteurs notent que les installations solaires peuvent combiner plusieurs usages du sol et donc au lieu d'engendrer une consommation des sols, génèrent des surfaces « multi-fonctions supplémentaires ». Par exemple, des baies de Goji sont plantées sous les panneaux dans une zone désertique de Chine (15). En France, des installations combinant production d'énergie solaire et productions agricoles se développent ; les panneaux pouvant aussi servir de protection des cultures contre les aléas climatiques. Toutefois, l'installation de photovoltaïque sur des terres agricoles s'accompagne généralement d'une modification des usages agricoles sur ces terres et peut entraîner une baisse de rendement liée au manque de lumière sur certaines cultures (ex. laitues dans la partie "les effets des panneaux"). La pose de panneaux solaires en ombrière au-dessus de parcs à huîtres est expérimentée sur l'étang de Thau. L'ombre des panneaux doit réduire la prolifération d'algues en période caniculaire (malaïgue) et l'énergie produite sert à alimenter les turbines utilisées pour l'oxygénation des eaux (51).

Cette absence de données et de suivi centralisé met aussi en évidence un constat partagé par la majorité des acteurs : le manque de planification et de cadre donné par l'Etat à une échelle pertinente, et son incapacité à se doter d'outils mesurant l'efficacité de ses choix politiques (Enquête FNE Photoscope).

Toutefois, il est utile de rappeler que le principal facteur d'artificialisation des sols est l'habitat²³, très loin devant la production d'énergie renouvelable et que les objectifs de développement du PV au sol de 25 GW au sol d'ici 2030 représenteraient environ 400 km², tout type de surface au sol confondu, à comparer avec les 800 km² de terres agricoles artificialisées chaque année par l'urbanisation.²⁴

POUR ALLER PLUS LOIN

(2) Energie renouvelable et biodiversité : les implications pour parvenir à une économie verte. Synthèse de l'article « Renewable energy and biodiversity: implications for transitioning to a Green Economy. FRB. 27 octobre 2017. 26 pages <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2019/06/FRB-Synthese-Energie-renouvelable.pdf>

(4) État de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages, et des moyens d'évaluation de ces impacts – Rapport de l'état de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages - directs et indirects sur l'ensemble de leur cycle de vie. ADEME, Deloitte Développement Durable, Biotopie. 2018. 137 pages.

(11) [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

(15) [Environmental impacts of large-scale CSP plants in north-western China](#). Z. Wu, A. Hou, C. Chang, X. Huang, D. Shi, Z. Wang. Environ Sci Process Impacts, 16 (2014), pp. 2432-2441.

(48) [Stratégie française pour l'énergie et le climat – Programmation pluriannuelle de l'énergie \(2019/2023 et 2024-2028\)](#)

(49) Elaboration de l'outil Photoscope – Compilation des réponses au questionnaire à destination du réseau associatif de France Nature Environnement – Novembre 2020

(50) [Rapport d'activités 2020 - Mission régionale d'autorité environnementale Occitanie](#)-Février 2021

²³ [L'artificialisation et ses déterminants | Portail de l'artificialisation \(biodiversitetousvivants.fr\), Cerema, 2019](#)

²⁴ <https://decrypterlenergie.org/les-parcs-solaires-photovoltaïques-au-sol-consomment-ils-des-terres-agricoles>

(51) [Bassin de Thau : le plus grand projet mondial d'ombrières flottantes en gestation](#). Par Anthony Rey. La Tribune. 6 décembre 2019.

DES POTENTIELS INEXPLOITES EN TOITURES ET EN ZONES DELAISSEES

Le déploiement des parcs solaires au sol se heurte donc à la difficulté de trouver des terrains appropriés présentant moins d'intérêts environnementaux et sociaux que les surfaces agricoles, forestières et naturelles. Les surfaces bâties quant à elles, chez les particuliers ou sur les bâtiments publics, commerciaux et industriels ~~ou agricoles~~, représentent un gisement exploitable important (350 GW d'après l'Ademe) et sans conflit d'usage.

Cependant, leur équipement en panneaux est soumis à des contraintes techniques et réglementaires spécifiques au secteur du bâtiment (ex charpentes légères de bâtiments tertiaire non-adaptées à supporter le poids des modules, étanchéité des toitures, ...).

Les politiques de planification, à tous les niveaux et sur la base des objectifs de la loi Grenelle et plan Biodiversité de 2018 qui introduit l'objectif de Zéro Artificialisation Nette (ZAN), indiquent que le bâti et les milieux déjà artificialisés doivent être privilégiés dans le choix des sites à aménager pour le solaire PV (SRCAE, doctrines départementales, documents de communication ministériels, appel d'offre, programmation pluriannuelle de l'énergie...).

En pratique, cette orientation n'est pas appliquée puisque les milieux naturels (garrigues, forêts), les friches agricoles (souvent riches en biodiversité) restent majoritairement utilisées pour accueillir des parcs au sol. Très peu de projets sont réalisés sur des surfaces artificialisées, ou quand elles le sont, les surfaces sont très faibles au regard des surfaces consommées pour les projets en milieu naturel.

Cette situation est d'autant plus problématique qu'aucune statistique ni observatoire n'a été mis en place pour documenter la nature des terrains occupés par les parcs photovoltaïques et assurer un suivi de l'évolution de cette dynamique. D'où la nécessité de planification du déploiement des EnR par les collectivités afin de ne pas subir la pression des projets privés mais faire en sorte que les élus, l'administration et les citoyens puissent planifier ensemble et intégrer les EnR dans les documents d'urbanisme (SCOT, PLUI, PLU).

La réglementation interdit l'utilisation des terres agricoles ([circulaire du 18 décembre 2009](#)).

« Les projets de centrales solaires au sol n'ont pas vocation à être installés en zones agricoles, notamment cultivées ou utilisées pour des troupeaux d'élevage.

Dès lors, l'installation d'une centrale solaire sur un terrain situé en zone agricole, dite zone NC des plans d'occupation des sols ou zone A des plans locaux d'urbanisme, ou sur un terrain à usage agricole dans une commune couverte par une carte communale, est généralement inadaptée, compte tenu de la nécessité de conserver la vocation agricole des terrains concernés. Toutefois l'accueil d'installations solaires au sol peut être envisagé sur des terrains qui, bien que situés en zone classée agricole, n'ont pas fait l'objet d'un usage agricole dans une période récente. Une modification de la destination du terrain est alors nécessaire. »

Par ailleurs, plusieurs études démontrent qu'il existe suffisamment de surfaces artificialisées et/ou dégradées pour réaliser les objectifs de la PPE sans porter atteintes aux espaces naturels, agricoles et forestiers (cf p. 21).

PLANIFICATION DES PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES

LES OUTILS DE PLANIFICATION ET D'URBANISME

La planification est aujourd'hui quasi inexistante à toute les échelles, le développement des projets essentiellement guidé par l'opportunité du foncier et des critères d'ordre économiques. La planification du déploiement des EnR par les collectivités devient donc nécessaire afin de ne pas subir la pression des projets privés mais faire en sorte que les élus, l'administration et les citoyens puissent disposer d'une vision commune, planifier ensemble et intégrer les EnR dans les documents d'urbanisme (SCoT, PLUi, PLU).

Objectifs de la planification

- Déployer les projets EnR avec l'ensemble des acteurs du territoire ;
- Ne pas subir la pression des projets privés et faire en sorte que les élus, l'administration et les citoyens puissent partager une vision commune de leur avenir énergétique sur le territoire.
- Prendre en considération l'ensemble des contraintes du territoire et identifier les zones propices
- Eviter en amont des projets les impacts environnementaux dans la logique Eviter – Réduire - Compenser. Toutes les mesures mises en place dans les étapes ultérieures ne seront que des mesures à la marge, ne permettant plus que des mesures d'évitement à l'échelle du site, et forceront de fait à l'obligation de mesures de réduction et de compensation.

L'Etat a fixé au travers de la LTECV et de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie les objectifs de déploiement des différentes filières d'énergie renouvelable. A charge ensuite des collectivités, notamment les Régions et les intercommunalités, de mettre localement en œuvre à leur échelle les actions de la transition énergétique via les différents outils de planification (Sraddet, PCAET, S3REnR) et documents d'urbanisme (SCoT, PLU(i)). De nombreux outils existent et peuvent être mobilisés.

1. A l'échelle régionale

Le saviez-vous ? Les Régions ont un rôle majeur à jouer dans la mise en œuvre de la transition énergétique en France et donc une responsabilité pour permettre l'atteinte des objectifs EnR : **planification** des objectifs énergétiques et **animation territoriale** pour développer les énergies renouvelables.

Le Schéma d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) : Les SRADDET, instaurés par la loi portant Nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe), prennent le relais des Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE), instaurés par la loi Grenelle 2. Le PLU(i), et, lorsqu'ils existent, les SCoT et les PCAET, prennent en compte les objectifs du SRADDET et sont compatibles avec les règles générales du fascicule du SRADDET, pour celles de leurs dispositions auxquelles ces règles sont opposables, en vertu de [l'article L. 4251-3 du code général des collectivités territoriales](#).

Le SRADDET doit comprendre un volet énergie-climat consacré aux objectifs, en particulier en matière de développement des énergies renouvelables, toutefois sans identifier des zones d'implantation des projets.

Un diagnostic solaire et une évaluation du gisement de sites de friches industrielles ou de grandes toitures peuvent faire partie du Sraddet.

Le Schéma régional de raccordement au réseau des EnR (S3REnR) : Les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR) sont des documents produits par le gestionnaire du réseau de transport d'électricité, RTE, permettant d'anticiper et d'organiser au mieux le développement des EnR électriques.



L'enjeu du S3REnR est de faciliter le raccordement au réseau d'électricité en planifiant et en mutualisant les coûts de raccordement des projets.

Les S3REnR sont élaborés par RTE en collaboration avec les gestionnaires de réseau de distribution (ENEDIS et Entreprises Locales de Distribution) tout en consultant la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), les organisations professionnelles. Ils sont approuvés par le préfet de Région. Les S3REnR ne sont pas opposables aux documents d'urbanisme. Ils constituent toutefois un élément important du diagnostic territorial à intégrer par les SCoT et les PLU(i).

2. A l'échelle du bassin de vie

Les collectivités disposent de plusieurs moyens d'action et d'outils pour promouvoir le développement du PV sur leur territoire :

- **Par l'exemplarité** en équipant leur patrimoine public de panneaux solaires
- **Par l'animation** d'une dynamique territoriale auprès des acteurs économiques du territoire : soutien aux filières agricoles, aux bailleurs sociaux, aux projets citoyens par exemple.
- **Par la création d'outils opérationnels** : société locale, régie, SCIC, SEM, SAS.
(cf AMORCE, [Guide sur les montages juridiques pour la production d'EnR par des collectivités territoriales](#), 2014)
- **Par la planification des réseaux de distribution de l'énergie** : En tant que propriétaire du réseau de distribution de l'électricité, en lien avec le gestionnaire Enedis et l'Autorité Organisatrice de la Distribution de l'Energie, elle peut dimensionner correctement le réseau pour un accueil optimisé des projets PV et concevoir un Schéma Directeur de l'Energie.
- **Via son PLU(i)** la collectivité territoriale (CT) peut favoriser les EnR, dont le PV.

Le saviez-vous ? Les **AODE – Autorités Organisatrice de la Distribution de l'Energie**, sont le plus souvent des syndicats intercommunaux, mais également des départements, des métropoles ou des territoires d'outremer. Propriétaires des réseaux de distribution d'électricité et de gaz, les AODE contrôlent l'exécution des missions de service public, déléguées le plus souvent à Enedis et GRDF ou à des entreprises locales (régies, SEM, société locale...).

Le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) : Les Établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants sont soumis à l'obligation d'élaborer un PCAET. Il comporte notamment un volet relatif à la production des énergies renouvelables. Les PCAET doivent être compatibles avec les SRADDET et s'imposent au PLU(i) dans un rapport de prise en compte. Les PCAET peuvent également être réalisés volontairement pour les collectivités non concernées par l'obligation réglementaire.

Le saviez-vous ? Bien que rarement réalisées, **l'anticipation de l'évolution des réseaux** énergétiques, et en l'occurrence le réseau de distribution d'électricité (propriété de la collectivité), et leur coordination peuvent aussi être abordées dans un PCAET ceci afin d'anticiper le développement des projets de production EnR. À long terme, cet exercice permet de s'assurer que les infrastructures évolueront en cohérence avec les objectifs de développement des EnR. Pour ce faire, les collectivités peuvent compléter leur PCAET par un **Schéma Directeur de l'Energie (SDE)** (voir plus loin « les démarches volontaires »).

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) : Les SCoT, et en l'absence de SCoT les PLU, doivent prendre en compte les objectifs du SRADDET et être compatibles avec les règles générales du fascicule de ce schéma. C'est dans le SCoT que les enjeux du territoire sont définis. La participation du public doit être au cœur de la stratégie communale ou intercommunale lors de l'élaboration d'un SCoT ou d'un PLU.

Sous ce lien, la cartographie des SCoT : <http://www.fedescot.org/actualite-scot/actu-scot/panorama-des-scot>

3. A l'échelle de l'intercommunalité ou de la commune

Le Plan local de l'urbanisme (PLU / PLUi) : Le PLU (intercommunal) est l'outil opérationnel de la planification de l'aménagement d'un territoire. Il s'adresse à tous les acteurs de la construction d'un territoire et définit les droits au sol (zones constructibles ou non, zones naturelles, zones agricoles...) ainsi que les règles que doivent respecter les constructions. Il est prescriptif pour les autorisations de constructions neuves ou de rénovation (PC, déclaration préalable de travaux) et s'impose à tous les projets d'aménagement (ZAC, lotissement, OPAH, PRU). C'est donc le document opérationnel d'urbanisme à la bonne échelle pour promouvoir et encadrer les projets PV : Le PLU(i) permettra à la collectivité d'afficher clairement ses ambitions en matière de développement du PV en prévoyant des dispositions et règles à même d'assurer une priorité aux installations en toitures, parkings et l'insertion des projets dans leur environnement.

Les prescriptions et orientations définies par le PLU sont tenues d'être compatibles, avec les orientations définies par le SCoT ainsi que les PCAET. Le plan local d'urbanisme pourra **planifier des secteurs favorables aux EnR** et inciter ainsi les porteurs de projet à s'y implanter tout en respectant les recommandations émanant du PLU(i). L'étude d'impact pour chaque projet au sol permettra ensuite d'affiner les sites d'implantation les plus favorables d'un point de vue environnemental.

Exemples de règles et prescriptions pour mieux intégrer le PV dans le territoire :

- Exiger un pourcentage minimum de production EnR pour les bâtiments neufs. Le PV sera quasi-systématiquement le plus adapté ;
- Exiger la solarisation des parkings ;
- Ne pas prendre en compte la hauteur des installations EnR en toiture dans la hauteur du bâtiment, ceci afin de permettre leur installation même s'ils dépassent du bâtiment ;
- Imposer une plage d'orientation et d'inclinaison de toiture correctes pour valoriser l'énergie solaire ;
- Les hauteurs de nouvelles constructions n'empêcheront pas le « potentiel solaire » de toitures situées au sud ;
- Classement des zones pouvant accueillir des EnR ;
- Dans le cadre d'une Zone d'Aménagement Concertée – ZAC, la collectivité territoriale doit anticiper la production EnR dont PV, et muscler son PLUi et le cahier des charges de cession de terrain en fonction de ses ambitions (parkings, toitures à équiper)

→ voir : [Note du CEREMA : PLUi et énergie - Les dispositions du PLUi en matière de photovoltaïque](#) (2017)

Certaines DREAL ont produit des éléments de positionnement concernant l'implantation de projets solaires au sol qui peuvent guider les réflexions de la collectivité. Exemple de la [préfecture de l'Aude](#) qui propose aux acteurs du territoire un espace de co-décision du développement de zones spécifiques au photovoltaïque.

Quid des anciens sites et sols pollués ?

Il existe entre 300 000 et 400 000 anciens sites pollués répertoriés, sans usages et donc à valoriser en priorité avant d'utiliser des terres agricoles et naturelles, même si tous ne pourront pas forcément l'être (tailles, contraintes diverses). Il existe deux bases de données qui recensent les sites et sols pollués : le site « Basias » qui est l'inventaire du BRGM des anciens sites industriels et tertiaires, et le site « Basol » pour les sols pollués gérés par l'Etat (4000 sites). Seulement 200 000 de ces sites sont réellement géoréférencables, et une grande partie de ces sites ne sont plus aujourd'hui en friche.

Depuis la loi ALUR (loi Duflot de mars 2013), les collectivités locales sont obligées de créer des [Secteurs d'Information sur les Sols](#) (SIS) qui présentent des risques sanitaires et environnementaux, annexés aux documents d'urbanisme (Plan Local d'Urbanisme (PLU) et carte communale). Ces SIS cartographient l'ensemble des sites pollués,

et leur annexion aux documents d'urbanisme favorise la mise en exergue de leur existence. Ainsi, un porteur de projet, un maire, une APNE ou des citoyens pourront consulter le PLU pour identifier les zones polluées qui peuvent être utilisées, avant de mener de plus amples études sur la biodiversité présente dans ces zones.

Le cadastre solaire, outil d'évaluation du gisement

Un cadastre solaire est un outil de mesure du potentiel solaire et d'animation de la collectivité pour promouvoir et planifier ses objectifs solaires. Pour un territoire, disposer de cette évaluation permet de répondre aux objectifs suivants :

- Connaître le gisement solaire, disposer de chiffres sur ce gisement, ventilés par tailles d'installations potentielles ;
- Informer les habitants et les propriétaires de bâtiments du potentiel solaire de leurs toits et les encourager à investir ;
- Identifier les zones prioritaires (toitures, parkings, zones industrielles) et les zones a priori favorables à des projets de centrales au sol ;
- Intégrer le développement du solaire dans la planification urbaine. *NB : Les services régionaux des DREAL peuvent avoir produit des éléments de positionnement concernant l'implantation de projets solaires au sol : il peut s'avérer intéressant de les consulter, avant la création de zones destinées au PV dans le règlement du PLUi.*

En savoir plus sur le cadastre solaire :

- <https://reseaux.photovoltaique.info/fr/atteindre-les-objectifs-enr/leviers-operationnels-locaux/les-cadastres-solaires/> , page consultée le 20.05.2021
- <https://www.fnccr.asso.fr/article/le-cadastre-solaire/> , page consultée le 20.05.2021

4. Les démarches volontaires

Le Schéma Directeur de l'Energie : Le Schéma Directeur de l'énergie (SDE) est un instrument de planification volontaire en émergence qui s'inscrit en complément des schémas directeurs de réseaux de chaleur et des PCAET. Cette nouvelle démarche de planification est engagée par certaines métropoles mais aussi par des EPCI ou des syndicats intercommunaux. L'enjeu du SDE est de regarder en détail l'organisation locale du système de consommation et de production d'énergie afin de planifier le développement des EnR et des réseaux pour aboutir à un système énergétique optimisé, en phase avec les objectifs climat-air-énergie et les autres stratégies du territoire.

Le Territoire à Energie Positive (TEPOS) : Un TEPOS vise l'objectif de couvrir totalement ses besoins en énergie avec des ressources renouvelables en fonction de ses ressources et potentialités, en donnant la priorité à la création de valeur ajoutée économique locale. Le réseau TEPOS est animé par le CLER - Réseau pour la transition énergétique (www.cler.org)²⁵. Le Territoire à Energie Positive pour la Croissance Verte (TEPCV), complémentaire de la démarche Tepos est un dispositif d'accompagnement financier désormais terminé.

POUR ALLER PLUS LOIN

- CLER – réseau pour la transition énergétique, [Guide "Porter un projet de territoire en transition, articuler les démarches méthodologiques"](#), mai 2021
- Energie Partagée, [Pour une région pleine d'énergie citoyenne](#), 2021
- AMORCE, [L'élu et le photovoltaïque](#), 2020
- ADEME, [Optimiser le mix énergétique local dans la planification et l'aménagement](#), 2018

²⁵ CLER, [Guide TEPOS](#), 2017

- ADEME, [Schéma directeur de l'énergie](#), 2020
- AMORCE, [SRADDET & PCAET : Quelles synergies entre les planifications air-énergie-climat des régions et des intercommunalités ?](#), 2018
- AMORCE, [Elaborer le volet climat-énergie du SRADDET](#), 2017 :
- AMORCE, [Memento des planifications Climat-Air-Energie à l'attention des communes et intercommunalités](#), 2016
- ADEME, [Quelle intégration territoriale des énergies renouvelables participatives ? Annexe 4 –Etudes de cas](#), 2016
- Le site de RTE sur [les S3REnR](#), page consultée le 20.05.2021

5. Dimensionner le réseau pour mieux accueillir les projets

De nombreux projets PV sont en effet abandonnés du fait d'un mauvais dimensionnement du réseau de *distribution*. Ce réseau accueille actuellement la majorité des projets PV. Sur les 10 GW installés en 2019, moins d'un GW est raccordé au réseau de Transport (RTE) et presque 9 GW le sont sur le réseau de distribution (Enedis, ELD). Or, d'ici 2028, 35 GW devront être raccordés au réseau de distribution ; l'enjeu du bon dimensionnement du réseau de distribution est donc essentiel et les CT, en tant que propriétaires de ce réseau, ont une grande responsabilité pour permettre le développement des EnR dans les meilleurs délais en lien avec les AODE, responsables de la planification du réseau, et les gestionnaires du réseau de distribution.

Afin de mieux anticiper les projets EnR et bien dimensionner le réseau, les collectivités peuvent :

- Mettre en place une **concertation tripartite** avec les AODE et les GRD ;
- **Croiser le cadastre solaire avec le plan des réseaux** pour optimiser les raccordements.
- **Anticiper dans le PLU** les puissances à raccorder pour que le GRD dimensionne le réseau et les ouvrages de branchement ;

Ce dispositif serait vraiment vertueux si le règlement, voire l'Orientation d'Aménagement et de Programmation du PLU(i), précise qu'il ne s'agit que d'un périmètre d'étude dans lequel devront être menées les études d'impact approfondies qui permettront de construire des projets de qualité.

Seule une démarche de planification dans l'élaboration ou la révision d'un PLU assure le meilleur choix du foncier à utiliser. En l'absence de PLU, c'est la carte communale qui régit l'utilisation du foncier et mérite les mêmes recommandations ci-dessus.

Quel que soit le moyen d'action privilégié, la CT devra réaliser un **diagnostic de son territoire** afin d'estimer le potentiel PV. Plusieurs outils permettent de dresser un état des lieux :

- Le Registre national des installations de production d'électricité et de stockage : <https://www.data.gouv.fr/>, permet de faire un premier état des lieux des installations existantes par communes (typologies, puissances et production) et des acteurs - producteurs déjà présents.
- La CT pourra évaluer plusieurs facteurs : l'Ensoleillement (irradiation solaire en kWh/m².an à l'horizontale par exemple), les opportunités foncières, déterminer son ambition politique en matière d'EnR si pas déjà fait, identifier la présence d'acteurs clés locaux, les démarches en cours (PCAET, Cadastre solaire, Plan solaire, SDE), les soutiens financiers et techniques potentiels, et la présence de dynamique citoyenne
- Déterminer le potentiel PV **en toiture** et réaliser un **cadastre solaire** mis à disposition du public. Les particuliers peuvent ainsi prendre conscience du potentiel de leur toiture et être mis en relation avec des conseillers Energie en vue d'équiper leurs toitures.

Exemples de cadastres solaires :

- [Grand Annecy](#) (Cythelia) :
- [Nantes Métropole](#) (InSunWeTrust)
- [Carmaux](#) (Biocénose)
- [Brest Métropole](#)
- Détermination du potentiel PV au sol :
 - Parkings : repérage sur la base de données BDTopo
 - Terrains : PLUi, bases de données Basol et Basias

!! Une fois ces repérages réalisés il sera décisif de les croiser avec les enjeux de biodiversité (Atlas de la biodiversité communale, zones de protection, zones d'inventaires, ...) afin d'éviter les zones critiques.

Le saviez-vous ?

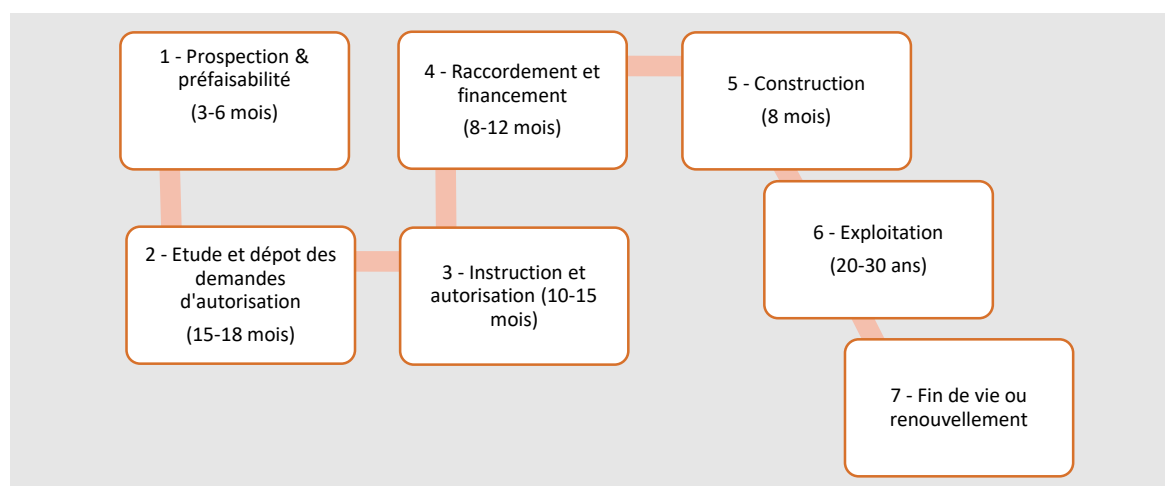
- Le site Caparéseau présente les capacités d'accueil pour le raccordement aux réseaux de transport et de distribution des installations de production d'électricité. Il affiche tous les postes de raccordement haute tension, et précise pour chacun la puissance réservée pour les énergies renouvelables, la puissance des EnR raccordées, la puissance de projets EnR en développement et le coût de la quote-part. <https://www.capareseau.fr>

- Le site de l'Agence ORE (Opérateur de réseaux d'énergie) publie tous les jeux de données réglementaires multi-énergie et multi-gestionnaires de la distribution d'électricité et de gaz naturel à différentes échelles territoriales. Très utile pour poser un diagnostic territorial et mener les réflexions autour de la planification. <https://www.agenceore.fr/>

CADRE REGLEMENTAIRE

LES ETAPES D'UN PROJET PV AU SOL

Les projets de production d'énergie photovoltaïque comportent plusieurs étapes de développement qui s'étalent sur 4 à 5 années.



1 - Prospection & préféabilité (3-6 mois) : cette phase comprend l'identification préliminaire (pré-diagnostics) des réglementations, environnementales, paysagères, des contraintes patrimoniales et techniques, qui doivent conduire à cibler un terrain propice à l'installation du parc PV au sol. Le porteur de projet détermine également les options techniques de raccordement au réseau électrique. Dans cette phase, il prend contact avec les administrations et les collectivités pour recueillir leurs données et leurs avis sur le projet. Les propriétaires et exploitants des terrains sont aussi contactés afin de signer des promesses de bail et sécuriser ainsi le foncier. C'est aussi à ce moment-là que le montage juridique du projet va se dessiner.

2 – Etudes et Dépôt de la demande de Permis de construire (15 – 18 mois) : le porteur de projet va mener plusieurs études pour s'assurer de la faisabilité technique et de la rentabilité du projet. Il va évaluer les impacts sur l'environnement, la biodiversité, les paysages, le patrimoine et les riverains et faire les demandes d'autorisations nécessaires au titre du code de l'environnement et du code forestier. Les études faune – flore sont réalisés par un bureau d'études indépendant et doivent absolument couvrir les 4 saisons. À la suite de l'état initial de l'environnement et au choix de la variante finale du projet par le développeur, des mesures sont proposées en application la séquence ERC (éviter – réduire – compenser), le but étant d'éviter au maximum les impacts résiduels dus au projet.

3 – Instruction et autorisation du Permis de construire (10 – 15 mois) : Dans le cadre de l'instruction des demandes de permis de construire (obligatoire pour les projets photovoltaïques au sol >250 kWc), certaines autorisations, au titre du code de l'environnement et du code forestier pourront être obligatoires. Dans ce cas, plusieurs consultations sont organisées par la DDT(M) qui gère l'instruction de ces dossiers :

- Plusieurs instances seront consultées, comme :
 - La CDPENAF (Commission départementale des espaces naturels, agricoles et forestiers) dans le cadre de l'instruction du permis de construire si le projet se situe sur un terrain à vocation naturelle, agricole ou forestière d'une commune en PLU, ou en dehors des parties urbanisées d'une commune dépourvue de document d'urbanisme.

- La CDNPS (commission départementale de la nature, des paysages et des sites) lorsque la commune est située en Loi Montagne ou Loi Littoral
- Le CNPN (conseil national de protection de la nature) en cas de demande de dérogation de destruction d'espèce protégée,
Voir le [guide de l'instruction des demandes d'autorisation d'urbanisme pour les centrales solaires au sol \(MTE, 2020\)](#)
- Ainsi qu'une **consultation de l'autorité environnementale** qui est obligatoire pour les projets relevant de l'évaluation environnementale, et rendra son avis global sur l'étude d'impact menée par le développeur;
- **Suite au recueil de ces avis et si le projet est soumis à évaluation environnementale ou bien si le projet de parc induit une révision du document d'urbanisme existant ou encore un arrêté autorisant un défrichement, une enquête publique** devra être organisée afin de recueillir l'avis de tout citoyen ou association, et notamment des habitants des communes concernées. Les communes et leur groupement sont aussi consultés sur l'ensemble du projet. Si le préfet le juge nécessaire, il peut étendre la consultation à d'autres communes limitrophes. (Si **la commune devant modifier son PLU utilise la procédure de déclaration de projet, l'enquête publique n'est pas obligatoire et il faut expressément en demander l'ouverture dans le mois suivant la délibération.**)

Les avis consultatifs émis lors de ces consultations seront adressés au Préfet qui rendra sa décision d'autoriser ou non le projet et l'assortira, le cas échéant, de prescriptions complémentaires ou de demandes complémentaires.

4 – Raccordement et Financement (8 – 12 mois) : Après l'obtention de l'ensemble des actes administratifs autorisant le projet par l'Etat, le développeur engage les démarches de raccordement auprès d'Enedis (la plupart du temps, et parfois RTE) et doit obtenir un tarif d'achat de l'électricité que va produire le parc photovoltaïque. Dans la plupart des cas, il prépare et dépose une offre aux Appels d'Offres (AO) organisées par la Commission de Régulation de l'Energie (CRE). Une fois le tarif obtenu, le développeur organise son approvisionnement en matériaux et services pour le chantier. La plupart des projets nécessitent un financement bancaire, qui constitue la dernière étape avant le lancement de la construction.

5 – Construction (8 mois) : défrichement, travaux de terrassement, voiries, fondations, tranchées pour le raccordement électrique et la communication, montage des modules, installation de l'onduleur, du poste électrique de livraison, raccordement au réseau puis essais de mise en service.

6 - Exploitation (20 – 30 ans) : La durée d'exploitation d'un parc PV est en moyenne de 20 à 30 ans. Elle comprend la production d'électricité, la maintenance des installations et le suivi environnemental.

7 – Démantèlement ou renouvellement : A l'issue de son exploitation, le parc PV est démonté et le site est remis en état (selon dispositions prévues avec le propriétaire du terrain). Les composants sont collectés par PV Cycle et envoyés vers les différentes filières de recyclage. L'exploitant peut également décider de prolonger l'exploitation en remplaçant tout ou partie des modules. Ceci nécessitera les mêmes autorisations que la création d'un nouveau projet en cas de modifications substantielles du parc (augmentation de la surface clôturée, augmentation de la hauteur des panneaux, augmentation de la surface de plancher créée).

L'ENCADREMENT REGLEMENTAIRE DE L'IMPLANTATION D'INSTALLATIONS PV

Contrairement aux installations éoliennes ou de méthanisation, les installations photovoltaïques ne sont pas encadrées par le régime des ICPE mais soumises à diverses réglementations prévues par le **Code de l'environnement**, le **Code de l'urbanisme**, le **Code de la construction** ou encore le **Code de l'énergie**. Elles nécessitent donc d'effectuer un certain nombre de démarches préalables suivant le type de l'installation. En outre, le projet bénéficie de certains dispositifs de soutien (cf partie « dispositif de soutien »).

La notion « *d'ouvrages de production d'électricité à partir de l'énergie solaire installés sur le sol* » a été consacrée par l'entrée en vigueur du [décret n° 2009-2014 du 8 juillet 2009](#), relatif aux procédures administratives applicables à certains ouvrages de production d'électricité. Depuis, ces ouvrages, lorsque leur puissance est supérieure à 250 kWc, entrent expressément dans le champ d'application du permis de construire (cf tableau ci-dessous), et doivent faire l'objet de diverses autorisations préalables, notamment environnementales.

1. La réglementation de l'urbanisme

Phase préalable : choix de la zone d'implantation

Conseils/ recommandations :

Les Apne doivent veiller à ce que le porteur de projet :

- Ait bien pris connaissance des plans, programmes ou schémas régionaux (SCOT, PLU, SDAGE, PPRI etc.), en privilégiant notamment les zones urbanisées ou à urbaniser (cf PLU(i)) ;
- Evite les sites protégés et les sites faisant l'objet d'inventaires (ZNIEFF de type 1 ou 2, site Natura 2000) ;
- Privilégie les sites dégradés ou artificialisés (friches industrielles, anciennes carrières, sites pollués, périmètre ICPE, anciennes décharges etc.) ;
- Utilise des sites à faibles potentialités au regard de la valeur agronomique des sols, de la faune et de la flore ;
- Anticipe l'intégration des installations dans leur environnement ;
- Evite le mitage du territoire par l'éparpillement des installations ;
- Soit vigilant si l'implantation est prévue en zone littorale ou de montagne.

Ressources : L'instruction des demandes d'autorisations d'urbanisme pour les centrales solaires au sol (ecologie.gouv.fr)



Centrale solaire installée sur l'ancien site d'AZF à Toulouse (Urbasolar)

Phase d'instruction : l'autorisation d'urbanisme

Les projets de parcs PV au sol sont considérés comme une **opération d'urbanisation** et doivent à ce titre respecter la réglementation de l'urbanisme et les documents qui réglementent l'utilisation des sols.

Le régime d'autorisation des centrales solaires au sol au titre du code de l'urbanisme dépend de **trois facteurs** : la puissance de la crête, la localisation et la hauteur maximale au sol du dispositif.

Interlocuteurs : Documents de demande disponibles en Mairie, services en charge de l'urbanisme, ou DDT(M). Il est tout à fait possible de demander communication de documents relatifs à un projet ; tout citoyen a le droit de demander des informations environnementales détenues par des autorités publiques dans un délai maximum d'un mois (cf site de la [CADA](#)).

Régimes applicables selon la puissance, localisation et hauteur des installations

Puissance	Régime	
Puissance < à 3 kWc	Hauteur < 1,80 m	<u>Aucune formalité</u>
	Hauteur > 1,80 m	<u>Déclaration préalable de travaux</u> (R. 421-9 du code de l'urbanisme)
Installations dont la puissance est comprise entre 3 kWc et 250 kWc	<u>Déclaration préalable de travaux</u> (article R. 421-9 du code de l'urbanisme) Exception : si installée dans le périmètre d'un site patrimonial remarquable ou dans une réserve naturelle, installation <u>soumise à PC</u>	
P > 250 kWc	<u>Permis de Construire</u>	

Attention :

- L'exécution du PC est subordonnée à la délivrance des autorisations environnementales. Dans le cadre de l'Autorisation environnementale l'autorisation environnementale ne tient pas lieu de permis de construire. Les deux démarches restent distinctes. La demande d'autorisation environnementale se fait auprès du préfet. Celle du permis de construire, auprès du maire pour une installation en autoconsommation ou auprès du Préfet pour un projet raccordé au réseau. Le PC peut être délivré avant l'AEU mais il ne peut être exécuté qu'après la délivrance de cette dernière.
- Si le projet est soumis à évaluation environnementale, le PC sera soumis à enquête publique. Exception : *« Lorsque le projet a précédemment fait l'objet d'une enquête publique dans les conditions prévues au code de l'environnement et que l'avis de mise à l'enquête indiquait que celle-ci portait également sur la construction projetée, il n'y a pas lieu à nouvelle enquête au titre du permis de construire ou d'aménager, sauf si le projet a subi des modifications substantielles après la clôture de l'enquête. »* (R. 423-58 du code de l'urbanisme)

La soumission des PV aux règles imposées par les documents d'urbanisme

Quelle que soit sa puissance, le projet PV devra respecter les règles imposées par les documents d'urbanisme (carte communale, POS, PLU, PLU(i), RNU)

Règlement National d'Urbanisme (RNU) : Sur un site encadré par le RNU (en l'absence de PLU), le principe de la constructibilité limitée s'applique. L'implantation d'un parc PV au sol pourra toutefois être possible si le parc n'est pas incompatible avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain sur lequel il est implanté ou s'il préserve les continuités écologiques. Elle est toutefois soumise à un avis conforme de la CDPENAF.

Le saviez-vous ? Le principe de constructibilité limitée concerne environ 25% du territoire : il interdit, dans les communes non dotées d'un plan local d'urbanisme, d'un document d'urbanisme en tenant lieu ou d'une carte communale, les travaux et constructions effectuées en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune.

Carte communale : une carte communale n'est pas plus contraignante que le RNU en ce qui concerne un parc PV au sol. La carte communale a pour objet de définir des zones constructibles sur le territoire d'une commune. Néanmoins les zones qui ne sont pas définies comme constructibles par la carte communale restent soumises au RNU et donc l'exception pour les parcs PV (si intérêt public démontré notamment) s'appliquera.

Plan local d'urbanisme (PLU(i)) (Articles [L. 151-1](#) et [R. 151-1](#) et suivants et [L. 131-4](#) et suivants du code de l'urbanisme) : Le règlement du PLU s'impose aux demandes de permis de construire, et il ne peut y être dérogé que dans les cas, non applicables en l'espèce, énumérés aux articles L. 152-3 à -6 du code de l'urbanisme. Il est nécessaire de vérifier dans chaque PLU, les zones établies et les prescriptions qui leur sont associées. Certains PLU peuvent prévoir des espaces dédiés au développement de parcs PV au sol. La plupart ne le prévoient pas et la commune ou l'EPCI procède alors par Déclaration de Projet pour éviter une révision du PLU

De façon générale, en fonction des [zones du PLU](#), les règles applicables à l'implantation d'un parc PV sont les suivantes :

- **Zone urbanisée ou à urbaniser** : L'implantation du parc sera en principe autorisée dans les zones urbanisées ou destinées à l'urbanisation (U ou UA).
- **Zone naturelle ou agricole** : En revanche, dans les zones naturelles (N) ou agricoles (A), l'implantation ne sera en principe pas autorisée, sous réserve des conditions cumulatives suivantes :
 - D'une part, le document d'urbanisme autorise expressément soit l'implantation de parc PV soit les installations d'intérêt collectif. On précisera que les parcs PV sont considérés comme des équipements d'intérêt collectif, même s'ils sont édifiés et exploités par une société privée ;
 - D'autre part, l'implantation du parc PV ne doit pas remettre en cause la vocation de la zone.
- **Espace boisé classé** : Si le PLU classe un terrain en « espace boisé classé » (EBC), ce classement « interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements » ([L. 113-2 du code de l'urbanisme](#)). Toutefois le classement d'un terrain en EBC n'exclut pas automatiquement les possibilités de construction. L'autorité administrative doit en effet apprécier si « la construction ou les travaux projetés sont de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements » S'agissant plus précisément de la condition de ne pas remettre en cause la vocation de la zone, elle vise ainsi à garantir que l'occupation envisagée n'est pas incompatible « avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière du terrain sur lequel elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages » (Article [L. 151-11, 1° du code de l'urbanisme](#)). Cette compatibilité sera plus facilement démontrée en cas de terrains artificialisés, dégradés ou pollués.

Les EBC sont un cas bien particulier, une zone forestière classée en N est le cas le plus fréquent. Dans ce cas, le défrichement doit être autorisé par arrêté du préfet après enquête publique et en général avec compensation forestière à la clé.

Exemples de décisions de justice

Conseil d'Etat, 31 juillet 2019 : l'implantation d'un parc photovoltaïque de 45 000 panneaux, et des infrastructures associées, sur une emprise de 26 ha sur une parcelle d'une surface totale de 73 ha classée en zone A par le PLU, remettait en cause la vocation de la zone. En l'espèce, le projet aurait causé la disparition de 26 ha consacrés à la culture céréalière. Bien que les terres étaient de qualité médiocre par rapport à d'autres terres de la commune et que le porteur de projet avait prévu une activité de substitution par la mise en place d'une jachère mellifère destinée à l'apiculture, le Conseil d'Etat a estimé que l'activité ne pouvait *"être regardée comme correspondant aux activités ayant vocation à se développer dans la zone considérée"*. Le projet *"ne permettait pas le maintien d'une activité agricole significative sur le terrain d'implantation de l'équipement collectif envisagé"* (CE, 31/07/2019, n°[418739](#)).

CAA Marseille 21 avril 2016 : une centrale photovoltaïque prévue sur une surface de 7,15 ha n'est pas compatible avec le zonage agricole dès lors qu'il n'est pas démontré que *« ces mêmes terrains seront utilisés, une fois la centrale photovoltaïque édifiée, comme pâtures pour des troupeaux d'ovins »* (CAA de Marseille, 21/04/2016, n°15MA00872). - <https://www.legifrance.gouv.fr/ceta/id/CETATEXT000032472959/>

Par ailleurs, la CAA de Bordeaux a jugé que le code de l'urbanisme n'imposait pas *« le maintien d'une activité agricole identique à celle existant avant la mise en œuvre du projet »*. Ainsi, elle a jugé que l'implantation de panneaux solaires sur des prairies d'élevage, ayant pour conséquence le remplacement de l'élevage bovin et de culture fourragère par un élevage d'alpagas et l'installation d'une activité apicole en créant des prairies mellifères sur une partie des terrains, n'était pas incompatible avec l'activité pastorale envisagée (CAA de Bordeaux, 15 mars 2018, n°16BX02223). - <https://www.legifrance.gouv.fr/ceta/id/CETATEXT000036712242/>

L'appréciation du respect de la vocation de la zone agricole se fonde donc à la fois sur les activités exercées sur la zone d'implantation envisagée ainsi que sur les nouvelles activités agricoles, pastorales ou forestières qui auraient vocation à y être exercées. Il est également tenu compte de la superficie de la parcelle, de l'emprise du projet, de la nature des sols et des usages locaux. Enfin si le projet voit le jour, une compensation agricole collective doit être financée dès lors que la surface dépasse un seuil fixé selon les départements entre 1 et 10ha.

Le saviez-vous ? L'implantation, en zone agricole, de serres équipées de panneaux solaires est plus facile que celle des centrales au sol. En effet, le Conseil d'Etat, dans une décision du 12 juillet 2019, a affirmé que les constructions à usage agricole ne perdent pas leur caractère de "constructions nécessaires à l'usage agricole" si elles servent à d'autres activités telles que la production d'énergie. L'installation de panneaux photovoltaïques sur une serre maraîchère peut donc être compatible avec la destination agricole de la serre (CE. 12/07/2019, n°[422542](#))

Source : Guide 2020 [L'instruction des demandes d'autorisations d'urbanisme pour les centrales solaires au sol du Ministère de l'environnement](#)

Insertion du projet dans son environnement ([R. 111-27 du code de l'urbanisme](#))

L'administration peut refuser l'octroi d'un permis de construire ou l'assortir de prescriptions spéciales si le parc photovoltaïque porte atteinte à son environnement, bâti ou non.

La CAA de Bordeaux a par exemple confirmé le refus de permis de construire du Préfet de l'Aveyron en vue de l'installation d'une centrale photovoltaïque sur une emprise foncière de 16,5 ha car le projet allait mal s'insérer dans son environnement. En effet, le site du projet se situait sur un secteur naturel (classé zone N par le PLU) dominé par

des pelouses sèches et des massifs d'arbres ou d'arbustes sauvages. Une partie du projet se situait également dans une ZNIEFF et à proximité de châteaux classés au titre des monuments historiques. De plus, le territoire où devait être réalisé le projet se caractérisait par un paysage ouvert, à vocation agro-pastorale et dépourvu d'infrastructures marquantes.

Référence : [CAA de Bordeaux, 14/11/2019, n°17BX00473](#)

Particularité des communes littorales et de montagne : l'urbanisation en continuité : Le juge administratif assimile les parcs photovoltaïques à une extension de l'urbanisation.

- Ainsi, en vertu de l'article [L. 121-8 du code de l'urbanisme](#), l'implantation de panneaux photovoltaïques, dans une commune littorale, ne peut être autorisée que si elle est située en continuité avec une agglomération ou un village existant. Les espaces proches du rivage sont aussi soumis à une extension d'urbanisation limitée. Ces espaces sont définis dans les PLU(i), SCOT. L'installation de panneaux est interdite dans les espaces remarquables du littoral.
- Il en est de même en zone de montagne, en application de l'[article L.122-5 du code de l'urbanisme](#). En zone de montagne, les PLU ou SCOT peuvent toutefois comporter une étude spécifique de compatibilité ([article L. 122-7 du code de l'urbanisme](#)), permettant l'implantation d'un PV en discontinuité du bâti existant et obtenir un avis favorable de la CDNPS.

Source : <https://transitions.landot-avocats.net/2020/03/04/le-controle-par-le-juge-administratif-des-autorisations-dimplantation-de-centrales-photovoltaïques/>

La CAA de Bordeaux a notamment annulé l'arrêté du Préfet de Gironde délivrant un permis de construire pour l'implantation d'un parc photovoltaïque car ce dernier était implanté à 1.5 km du bourg et que les constructions formant le hameau dans la zone d'implantation étaient en trop petit nombre pour être regardées comme constituant un village au sens de l'article L.146-4 du code de l'urbanisme. Le projet d'implantation du parc photovoltaïque ne pouvait donc être regardé comme étant en continuité du bâti existant.

Référence : [CAA de Bordeaux, 17/10/2017, n°15BX01693](#)

La CAA de Marseille a également annulé l'arrêté du Préfet de l'Aude délivrant un permis de construire pour un parc photovoltaïque au motif qu'en l'espèce, le terrain d'assiette du projet était situé dans une zone à dominante agricole, à proximité d'un secteur principalement industriel. Les constructions industrielles présentes étaient relativement dispersées et présentaient une faible densité, en raison notamment d'une surface importante occupée par des bassins de décantation et d'évaporation. Ainsi, bien que la zone soit largement artificialisée, le juge a considéré qu'elle ne constituait pas une zone déjà urbanisée ni ne s'inscrivait dans le prolongement de la zone urbanisée de la commune située plus au sud.

Référence : [CAA de Marseille, 09/03/2021, n°19MA00002](#)

Pour plus d'informations sur les autorisations d'urbanisme, vous pouvez [Consulter le guide d'instruction des demandes d'autorisation d'urbanisme pour les centrales solaires au sol](#)

2. Les différents volets de l'autorisation environnementale

Selon l'impact du projet sur l'environnement, le pétitionnaire devra solliciter, **une autorisation environnementale qui peut être composée de différents volets (loi sur l'eau, dérogation espèces protégées, défrichement...).**

Dans le cas où le projet serait soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau en application de l'article L.214-3 du code de l'environnement (cf partie autorisation au titre de la loi sur l'eau), il sera soumis à une autorisation environnementale (AE), intégrant plusieurs de ces autorisations.

A. L'évaluation environnementale et consultations

Certains projets de centrales photovoltaïques, au regard de leur impact sur l'environnement, seront soumis à un processus d'évaluation environnementale. Pour les installations au sol dont la puissance est supérieure à 250 kWc, l'évaluation environnementale est systématique. Pour les installations sur serres et ombrières d'une puissance égale ou supérieure à 250 kWc, elle se fera au cas par cas selon les critères définis à l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement (application du droit de l'UE cf supra).

Type d'installation	Régime
Installation au sol dont la puissance est égale ou supérieure à 250 kWc*	Evaluation environnementale <u>systématique</u>
Installations sur serres et ombrières d'une puissance égale ou supérieure à 250 kWc*	Evaluation environnementale <u>au cas par cas</u> selon les critères fixés à l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement

* ces seuils ne répondent pas aux obligations européennes de la Directive projet

Attention Une liste des projets soumis à évaluation environnementale est fixée par le tableau [Annexé à l'article R122-2](#) du code de l'environnement.

Il prévoit que les installations au sol dont la puissance est supérieure à 250 kWc sont systématiquement soumises à évaluation environnementale. Pour les installations sur serres et ombrières, il est prévu qu'elles soient soumises à examen au cas par cas dès lors que leur puissance est supérieure à 250 kWc. Pour les autres installations, l'article R. 122-2 ne prévoit aucune évaluation environnementale.

Attention Il existe un risque d'insécurité juridique pour les installations au sol < 250 kWc et ne faisant pas l'objet d'évaluation environnementale - décret à paraître.

En effet, suite au recours de FNE, le Conseil d'Etat a annulé le décret du 4 juin 2018 modifiant le tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement en tant qu'il ne permet pas, pour les projets susceptibles d'avoir une incidence notable sur l'environnement ou la santé humaine, de soumettre des projets à une évaluation environnementale pour d'autres caractéristiques que leurs dimensions. Ces critères prennent en compte les caractéristiques du projet, sa localisation ainsi que le type et les caractéristiques des incidences potentielles, et non la seule puissance. Référence : CE, 15/04/2021, n°425424.

L'évaluation environnementale est un processus constitué de :

- L'élaboration d'une **étude d'impact** (a) pour les projets, par le maître d'ouvrage ;
- La réalisation des **consultations** prévues, notamment la consultation de **l'autorité environnementale** (b), qui rend un avis simple sur le projet, et la consultation du public (**enquête publique** (c)) ;



- **L'examen par l'autorité** autorisant le projet des informations contenues dans le rapport d'évaluation et reçues dans le cadre des consultations.

a) L'étude d'impact environnemental (EIE) :

L'étude d'impact vise à prendre en compte les impacts du projet sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, la protection des biens du patrimoine culturel, la commodité du voisinage, l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique.

Elle répond notamment à trois objectifs :

- Améliorer la conception des projets en prévenant leurs impacts environnementaux
- Éclairer la décision de l'autorité compétente
- Informer le public et lui permettre de participer au processus de décision

Cette étude doit porter sur les effets directs, indirects, permanents et temporaires du projet sur l'environnement.

Le contenu de l'étude d'impact doit être « proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine » ([R. 122-5](#) du code de l'environnement).

En fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire, elle doit contenir ([R. 122-5](#)) :

- Une description du projet (localisation, caractéristiques physiques, principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus)
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement
- Les raisons ayant poussé à retenir le projet au regard de son impact
- Les mesures prévues pour Eviter, puis Réduire, voire Compenser les impacts (ERC)
- Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement, en mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.
- Un résumé non technique pour garantir une meilleure accessibilité au public
- Les résultats disponibles d'autres évaluations pertinentes des incidences sur l'environnement requises au titre d'autres législations applicables

Elle doit également tenir compte de l'avis rendu sur le champ et le degré de précision des informations à fournir dans l'étude d'impact à la demande du maître d'ouvrage et inclure les informations qui peuvent raisonnablement être requises, compte tenu des connaissances et des méthodes d'évaluation existantes (article R. 122-5 du code de l'environnement). - décret du 29 juin 2021 (D. n° 2021-837)

Attention : L'étude d'impact doit être jointe au dossier de PC. A noter qu'un prochain changement réglementaire devrait intervenir pour prendre en compte les PV flottants.

Source : [Guide relatif à l'étude d'impact pour les installations photovoltaïques au sol](#)

b) L'avis de l'autorité environnementale (R. 122-1 du code de l'environnement)

Afin d'évaluer les impacts d'un projet sur l'environnement, le législateur a prévu que l'évaluation des impacts sur l'environnement des projets, des plans et programmes soit soumise à l'avis, rendu public, d'une « autorité compétente

en matière d'environnement » : [l'autorité environnementale](#). En région cette autorité est représentée par les Missions régionales d'autorité environnementale (MRAE)

Cet avis obligatoirement recueilli mais non contraignant a pour objectif de permettre au porteur de projet d'améliorer son projet, éclairer les décisions d'autorisation et de faciliter la participation du public. L'avis figurera notamment dans l'enquête publique.

L'avis est rendu dans un délai de 2 à 3 mois.

!! Attention : en cas d'avis de l'Ae indiquant une insuffisance de l'EI, le Préfet peut refuser de soumettre le projet à enquête publique et demander que le dossier soit complété.

Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/autorite-environnementale>

Exemples d'avis de Missions régionales d'Autorité environnementale

Projet de centrale photovoltaïque situé en Essonne (91)		
Lieu d'implantation	Projet	Principaux enjeux
friche	deux parcelles totalisant 8 ha d'une centrale solaire au sol d'une surface clôturée de 5,48 ha, d'une production annuelle estimée d'environ 5,1 GWh, pour une puissance de 4,76 MWc.	- Le paysage, en particulier les sites remarquables - La biodiversité, les milieux naturels et les zones humides - Les eaux, les sols et les risques et nuisances
La MRAe recommande : - Une meilleure justification du choix du site d'implantation (plateau agricole encadré par espaces boisés et zones humides) au regard des enjeux paysagers et patrimoniaux que présente le secteur du projet ; - Un complément de l'étude d'impact par des vues du projet depuis les points de vue présentant les enjeux paysagers les plus forts, et de mettre en place, au besoin, des mesures d'évitement et de réduction des impacts résiduels du projet ; - Une requalification des impacts potentiels des travaux de la phase chantier sur la biodiversité et de définir en conséquence des mesures de réduction ou à défaut de compensation de ces impacts.		

Projet d'un parc photovoltaïque Aisne (02) et Marne (51)		
Lieu d'implantation	Projet	Principaux enjeux
Installation de stockage de déchets non dangereux (ICPE)	Parc de 7 ha composé de 12 000 panneaux photovoltaïques et les installations électriques nécessaires à son fonctionnement	- la production d'une électricité décarbonée, permettant de limiter les émissions de gaz à effet de serre - la préservation des milieux naturels et des habitats d'espèces, notamment des oiseaux remarquables nichant sur le site - la qualité de l'intégration paysagère du projet.
La MRAe relève : - une étude d'impact claire et proportionnée au projet mais les impacts résiduels nécessitent la mise en œuvre d'une procédure de dérogation pour l'altération de l'habitat de certaines espèces d'oiseaux protégés.		

Projet d'une centrale photovoltaïque au sol en Hauts-de-France (02)

Lieu d'implantation	Projet	Principaux enjeux
À proximité d'une ZNIEFF de type 1 et de 3 sites Natura 2000. Il est également situé dans un périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable.	Centrale d'une puissance de 85 kWc	- Site à enjeux environnementaux forts - Dans le périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable
La MRAe relève : - que l'analyse des milieux naturels, de la flore et de la faune est incomplète et que des inventaires sur un cycle biologique complet doivent être conduits. L'évaluation des incidences Natura 2000 est à compléter car elle ne comprend pas en considération l'un des sites Natura 2000, abritant des espèces et habitats pouvant être impactés par le projet. Enfin, aucune mesure d'évitement n'est proposée au regard des enjeux identifiés sur les habitats naturels, la faune et la flore. De plus, le projet se situe dans un périmètre de captage d'alimentation en eau potable sans que soient étudiées des mesures d'évitement ou de réduction des incidences.		

Projet de construction d'une centrale photovoltaïque au sol sur une ancienne carrière à Maurupt-le-Montois et Pargny-surSaulx [\(51\)](#)

Lieu d'implantation	Projet	Principaux enjeux
Ancienne carrière remise en état (agricole), aujourd'hui devenu un site riche en biodiversité, avec des zones humides et espèces protégées, et ne faisant plus l'objet d'exploitation agricole	Surface de 32 ha dont 23,9 ha aménagés	- La production d'électricité faiblement carbonée et son caractère renouvelable - Les milieux naturels et la biodiversité - Le paysage et les covisibilités - La ressource en eau et les risques naturels
La MRAe relève : - propositions d'alternatives de site inadaptées à la comparaison avec le site retenu (notamment absence d'analyse de sites en dehors des zones humides) : l'analyse des alternatives doit prendre en compte s'il existe des sites qui permettent la réalisation effective du projet et qui soit de moindre impact environnemental ; - Définition obsolète et inappropriée des zones humides dans l'étude d'impact ; - Absence de démonstration de l'équivalence fonctionnelle des compensations totales proposées et ne retient pas les équivalences surfaciques prévues dans le SDAGE		

c) L'enquête publique (L. 123-1 et suivants et R. 123-1 et suivants du code de l'environnement)

Cette enquête a pour objectif de permettre au public de prendre connaissance du projet et de communiquer ses observations. Elle est obligatoire dès lors que le projet est soumis à étude d'impact.



Les projets PV soumis à évaluation environnementale font l'objet d'une enquête publique (L. 123-2 du code de l'environnement).

L'enquête est conduite par un Commissaire enquêteur chargé de s'assurer du bon déroulement de la procédure et qui fait part de ses conclusions en fin de procédure et de son avis, favorable ou défavorable, sur le projet. Il peut organiser toute réunion d'information et d'échange avec le public pendant l'enquête publique. Toute réunion publique doit se dérouler en présence du porteur de projet.

A noter : l'avis défavorable du Commissaire enquêteur pourra entraîner la suspension temporaire de l'autorisation délivrée au projet, sans que la condition d'urgence ne soit à démontrer (art L554-12 du code de justice administrative). Cependant, l'avis du commissaire enquêteur reste « consultatif ». Si avis défavorable, cela ne veut pas dire que le parc sera automatiquement refusé par le préfet ou vice versa.

L'avis de l'enquête publique doit être publié, au moins 15 jours avant le début de l'enquête et pendant toute sa durée, dans deux journaux locaux ou nationaux selon l'ampleur du projet, sur les lieux prévus pour la réalisation du projet, dans les mairies des communes des territoires sur lequel se situe le projet ou qui sont susceptibles d'être affectés par le projet, et publié sur le site internet de l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête (R. 123-11 du code de l'environnement).

Cette enquête doit durer **au minimum 30 jours et peut durer jusqu'à 2 mois**.

Elle doit avoir lieu sur toutes les communes concernées directement ou indirectement par les impacts des installations, ouvrages, travaux ou aménagements projetés.

Elle doit contenir ([R. 123-8](#)) :

- L'étude d'impact et son résumé non technique
- Le rapport sur les incidences environnementales et son résumé non technique
- La décision prise après un examen au cas par cas par l'autorité mentionnée au IV de l'article [L. 122-1](#) ou à l'article [L. 122-4](#)
- [L'avis](#) de l'autorité environnementale et la réponse écrite du maître d'ouvrage à cet avis
- La mention des textes régissant l'enquête publique et des autorités compétentes pour prendre la décision d'autorisation
- Les avis obligatoires émis sur le projet (l'avis des collectivités territoriales intéressées, l'avis de mise à l'enquête)
- Le bilan du débat public ou de toute autre consultation préalable
- La mention des autres autorisations nécessaires (défrichement, dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées etc)
- Le cas échéant, la mention que le projet fait l'objet d'une évaluation transfrontalière de ses incidences sur l'environnement en application de l'article R. 122-10 ou des consultations avec un Etat frontalier membre de l'Union européenne ou partie à la Convention du 25 février 1991 signée à Espoo prévues à l'article R. 515-85.

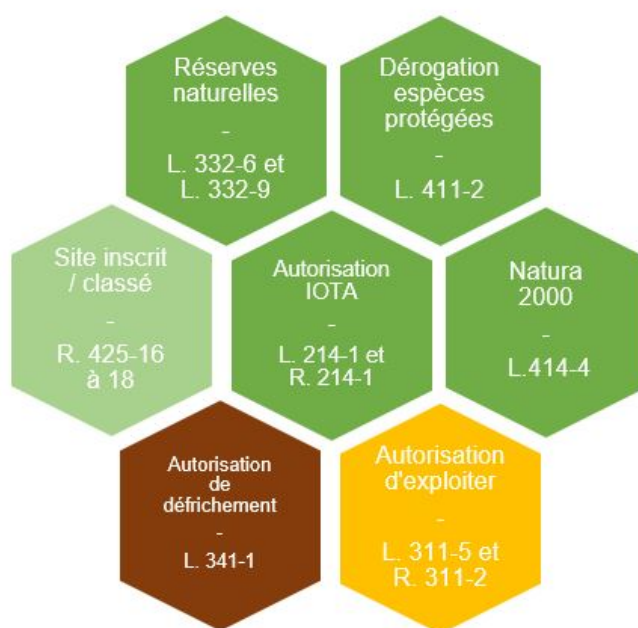
A compter de la fin de l'enquête publique, le commissaire enquêteur dispose d'un délai de 30 jours maximum pour remettre ses conclusions. La remise de ce rapport au Préfet constitue le point de départ du délai d'instruction de 2 mois.

Attention : si le projet nécessite plusieurs enquêtes publiques, il est possible d'organiser une seule enquête (enquête publique unique). Ainsi les installations au sol de **puissance supérieure à 250 kWc** sont soumises à **enquête publique unique** (art L. 123-6 du code de l'environnement)

B. Les autorisations au titre du code de l'environnement et du code forestier

Plusieurs autorisations environnementales seront nécessaires selon les enjeux de la zone d'implantation du projet :

- Autorisation de [Défrichement](#) (cf partie autorisation de défrichement p 88)
- Dérogation Espèces protégées (cf partie autorisation dérogation espèces protégées p 81)
- [Natura 2000](#) ([L. 414-4 du c.environnement](#)) (cf partie évaluation des incidences Natura 2000 p 88)
- Site classé / inscrit sauf si compris dans le PC (voir article R. 425-16 à -18 Code de l'urbanisme)
- Réserves naturelles nationales ou réserves naturelles de Corse ([L. 332-6](#) et [L. 332-9](#) Code de l'environnement)
- Autorisation d'exploiter (code de l'énergie)
- Autorisation au titre de la loi sur l'eau (cf partie autorisation IOTA p 87)



En cas d'Autorisation environnementale, elles seront insérées dans cette autorisation unique cf <https://www.ecologie.gouv.fr/autorisation-environnementale>

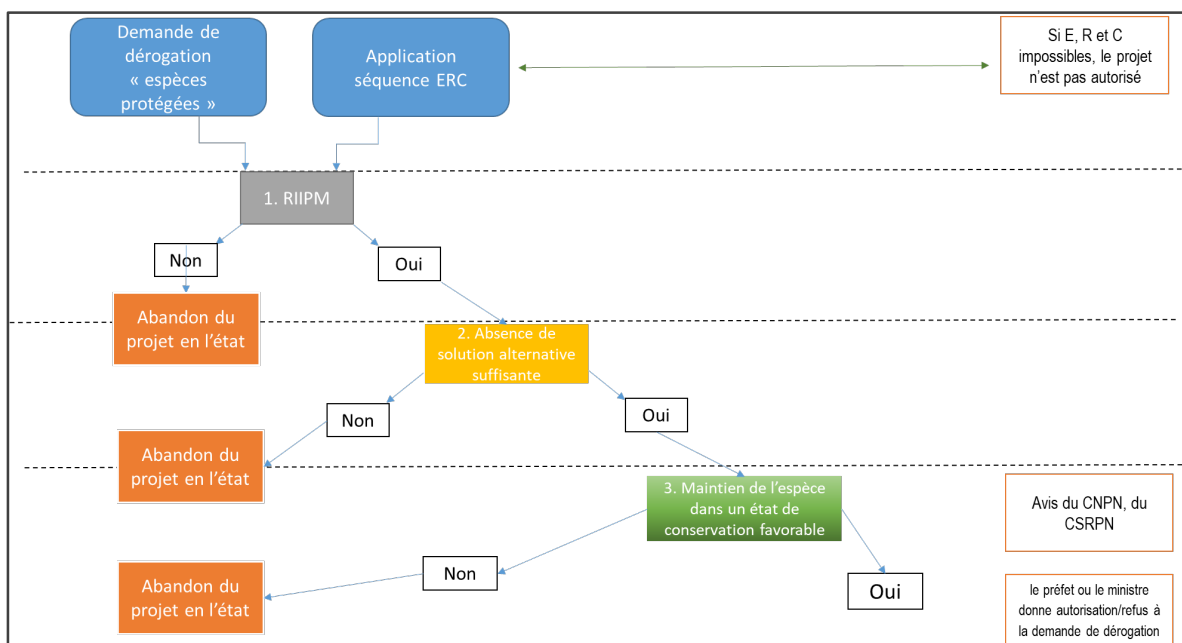
a) L'autorisation de dérogation espèces protégées

Certaines espèces font l'objet d'une protection au niveau européen (directive "Oiseaux" et directive "Habitats") et national (arrêtés ministériels fixant la liste des espèces protégées), afin d'interdire leur destruction et celle de leur habitat. L'article [L.411-2 4° du Code de l'environnement](#) prévoit toutefois des dérogations au principe d'interdiction de destruction des espèces protégées sur la base de plusieurs motifs exposés de a) à e).

En cas d'autorisation environnementale, cette autorisation est intégrée au dossier de demande d'autorisation environnementale. Concernant les installations photovoltaïques, cette dérogation peut être délivrée seulement si trois conditions cumulatives sont réunies :

- D'abord le projet doit répondre à **une raison impérative d'intérêt public majeur** (RIIPM). Cette notion n'est pas facile à appréhender, mais la jurisprudence vient de plus en plus en affiner la définition.

- Ensuite il faut démontrer qu'il n'existe **pas d'autre solution satisfaisante au projet envisagé** que de porter atteinte aux espèces protégées et/ou à leurs habitats. Ceci implique que le porteur du projet, parmi plusieurs options possibles, a choisi celle ayant le moins d'impact sur les espèces protégées et leurs habitats ;
- Et cette dérogation **ne doit pas nuire au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle**. Ceci implique que l'autorisation de dérogation ne doit pas entraîner la disparition ou la régression des espèces protégées.



L'étude d'impact joue un rôle important dans la mise en œuvre de cette dérogation puisqu'elle mesure l'impact global du projet sur les espèces protégées et détermine ainsi si une demande de dérogation est nécessaire ou non. Elle doit donc être faite bien en amont de l'éventuelle demande de dérogation.

Attention : Pour certaines espèces menacées, l'autorisation de dérogation relève du ministre en charge de la protection de la nature et non du préfet. Il s'agit des espèces listées à l'arrêté du 9 juillet 1999, modifié par l'arrêté du 27 mai 2009 (retrait du loup), fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département. Sont listés par exemple : l'Aigle de Bonelli, l'Outarde canepetière, le Crapaud vert, la Vipère d'Orsini... La demande de dérogation d'espèces protégées doit également être accompagnée de propositions de mesures d'évitement, de réduction et voire de compensation, mesures qui doivent être opérationnelles et contrôlées (suivi environnemental).

Conseils/ recommandations : La dérogation espèces protégées ne doit intervenir qu'en derniers recours. Une priorité doit être donnée à l'évitement de toute atteinte aux espèces protégées. Ainsi, si une autre solution existe et impacte moins ou pas d'espèces et d'habitats, elle devra être retenue. Un diagnostic environnemental de qualité doit être réalisé sur au moins une année (pour couvrir l'ensemble du cycle biologique des espèces animales et végétales, cf exemple d'avis MRAe précité page 78).

Le saviez-vous ? Un avis simple sur cette dérogation est donné par le **Conseil national de la protection de la nature** (CNP), instance d'expertise scientifique et technique compétente en matière de protection de la biodiversité et plus particulièrement de protection des espèces, des habitats, de la géodiversité et des écosystèmes, en milieu terrestre et

marin, en métropole et Outre-mer. Aussi, il rend des avis sur les projets de textes législatifs ou réglementaires concernant ses domaines de compétences et sur les interventions humaines en milieux naturels dans un objectif de protection des milieux et des espèces.

Saisi d'une demande d'autorisation de dérogation dite « espèces protégées », le CNPN rend un avis, dans un délai de deux mois. Le dossier joint doit justifier que toutes les conditions de la dérogation sont remplies, rend compte des effets potentiels et avérés du projet sur l'environnement, analyse et justifie les choix retenus au regard des enjeux identifiés sur le territoire du projet, détaille les mesures ERC mises en œuvre et leur montant financier. Tout autre document utile à la compréhension des enjeux et des mesures proposées peut être joint.

Les avis du CNPN sont désormais disponibles en ligne. Parfois le CNPN ne s'encombre pas de détail et note simplement que l'obligation réglementaire n'est pas remplie.

Ressources : Guide d'étude d'impact des installations photovoltaïques au sol (PDF - 19.08 Mo) (ecologie.gouv.fr)

Interlocuteurs : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) du lieu d'implantation

ZOOM sur les différentes conditions cumulatives

Le saviez-vous ? Un bilan des décisions sur la période 2010 - janvier 2020 relatives aux demandes de dérogation espèces protégées a été réalisé en 2020 par la DREAL Occitanie. Il n'est pas exhaustif mais il dégage des tendances jurisprudentielles. En matière d'énergie, 43% des décisions sont défavorables à la décision préfectorale car l'environnement n'a pas été assez pris en compte.

[Lien vers le bilan 2020 DREAL Occitanie](#)

Voici ci-dessous plus de détails sur les trois conditions sur le thème de l'énergie.

Condition 1 : la raison impérieuse d'intérêt public majeur

Cette notion, difficile à appréhender, n'est pas définie par la loi. Il faut donc se tourner vers la jurisprudence pour en percevoir les contours. En matière d'énergie, il ressort du bilan que sur 6 décisions ayant conduit à l'annulation des demandes de dérogation espèces protégées, 3 l'ont été pour absence de RIIPM.

Concernant les contours de la notion de RIIPM, il en ressort que :

- **Le simple fait que le projet réponde aux objectifs de la loi en matière de politique énergétique ne suffit pas ;**
- **L'intérêt public relatif à la production d'énergie ne suffit pas.** Le CE a notamment jugé, dans un arrêt de 2021, qu'une centrale hydroélectrique dans la région Occitanie, qui aurait permis la production de 12 millions de kWh soit la consommation électrique de 5000 habitants, ne s'inscrivait pas, en raison de sa faible importance, dans un plan plus large de développement de l'énergie renouvelable et notamment de l'hydroélectricité. Référence : CE, 15/04/2021, n°432158 ; ;
- **L'intérêt public lié à la création/maintien emplois ne suffit pas.** La CAA de Marseille a notamment jugé qu'un **parc éolien** présente un caractère d'intérêt général. Toutefois, au regard des atteintes irréversibles portées aux espèces (destruction de 870 oiseaux et 700 chiroptères) et aux habitats, la contribution aux EnR reste modeste (1,5% de l'objectif régional), malgré la création de 30 emplois. Elle en conclut donc à l'absence de RIIPM. Référence : CAA Marseille 24 janvier 2020 ;
- **Le fait que le projet soit indispensable à la santé financière de l'entreprise en raison du contexte de concurrence énergétique ne suffit pas.**

Pour être qualifié de RIIPM, le projet doit :

- Répondre, de manière déterminante, aux objectifs nationaux ou régionaux en termes de production issue du renouvelable ;
- ou modifier sensiblement la source d’approvisionnement en EnR afin de tendre vers un équilibre des sources d’approvisionnement ;
- ou se justifier par une situation de fragilité en raison du faible approvisionnement en électricité dans la région.

Le Conseil d’État, dans un arrêt de 2021, pour juger que la réalisation d’un parc éolien en Bretagne, malgré son caractère privé, répondait à une RIIPM, s’est appuyé sur le caractère fragile de l’approvisionnement électrique de la Bretagne dont la production locale ne couvrait que 8 % des besoins de la région.

Référence : CE, 15/04/2021, n°430500

Voici aussi quelques exemples d’avis du CNPN sur cette condition, avis qui intervient en amont de la décision

****Centrales photovoltaïques de Lesperon (Landes) - Avis défavorable du 5 juillet 2019**

“Les raisons évoquées dans le dossier sont exclusivement d’ordre économiques pour contribuer à l’atteinte des objectifs de développement des énergies renouvelables, pour dynamiser un territoire et ses emplois associés, mais elles ne sont pas mises en balance avec les enjeux écologiques à une échelle plus macro. La démonstration est courte et pourrait constituer une faiblesse au dossier.”

Lien vers l’avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2019-04-13d-00590_centrales_photovoltaïques_elevage_tension_lesperon_40_avis_du_07_2019.pdf

****Centrale photovoltaïque du Terril Théodore à Wittenheim et Ruelsheim (Haut-Rhin) - Avis défavorable du 29 avril 2021, avec possibilité de 2^{ème} passage**

“La demande est faite dans le cadre du schéma régional climat air énergie du Grand Est. Elle répond à des objectifs de politique énergétique. La balance entre les bénéfices pour la société et les atteintes aux espèces présentes sur le site sont à réévaluer à la lumière d’une mise à jour nécessaire du dossier.”

Lien vers l’avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2020-02-13d-00249_centrale_photovoltaïque_terril_theodore_wittenheim_68_avis_du_04_2021.pdf

Centrale photovoltaïque de Sainte-Aulaye Puymangou (Dordogne) - Avis défavorable du 7 décembre 2020

“(…) Il convient de rappeler que l’intérêt public majeur se différencie de l’intérêt public, le premier étant une notion «d’interprétation stricte, qui vise des cas exceptionnels dans lesquels la réalisation d’un projet se révèle indispensable et où aucune autre solution d’implantation ne convient ». Ainsi, s’il est admis qu’un projet de cette nature présente bien un intérêt public (développement EnR, production d’énergie, retombées fiscales…), la raison impérative majeure est peu convaincante (absence de démonstration d’une situation de fragilité et de déséquilibre des sources d’approvisionnement de la Dordogne, d’une contribution déterminante…). Cette obligation réglementaire doit être mise en perspective et détaillée au regard du projet (et non de façon générale) et des impacts générés, notamment sur les espèces protégées. Cette absence de justification de la raison d’intérêt public majeur représente une faiblesse juridique dans le dossier.”

Lien vers l’avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2020-08-13d-00796_centrale_photovoltaïque_au_sol_st_aulaye_24_avis_du_12_2020.pdf

Condition 2 : l'absence de solution alternative satisfaisante

En matière d'énergie, il ressort du bilan que sur 6 décisions ayant conduit à l'annulation des demandes de dérogation espèces protégées, 2 l'ont été pour absence de solution alternative satisfaisante.

Quelques exemples jurisprudentiels

****La CAA de Marseille en 2015, a affirmé qu'« il appartient à l'administration d'effectuer une recherche sérieuse de solutions alternatives et d'en rapporter la preuve ; qu'une solution alternative n'est satisfaisante au sens de ces dispositions que si elle permet d'assurer, au regard de l'objectif poursuivi par le projet en litige, un équilibre satisfaisant entre les intérêts publics en présence, en matière sociale et économique d'une part, de protection de l'environnement d'autre part ».**

Référence : CAA Marseille, 12 juin 2015, n°14MA03066

****En 2018, le TA de Marseille a jugé que l'unique présentation des principales solutions de substitutions, qui ont été envisagées par le maître d'ouvrage, ne suffit pas à remplir la condition d'absence de solution alternative suffisante. Les différentes alternatives doivent être examinées « sur la base de critères scientifiques et économiques comparables en ce qui concerne l'impact des différentes solutions sur les espèces végétales et animales concernées ».**

Référence : TA Marseille, 8 août 2018 - 1602355 : rénovation réseau électrique de Haute-Durance

****La même année, le TA de Marseille a jugé, dans le cadre d'une Dérogation liée à un parc photovoltaïque, que le dossier de demande ne fait état d'aucune solution alternative. Aucune variante d'implantation n'ayant été réellement envisagée, la dérogation est illégale.**

Référence : TA Marseille, 31 mai 2018, 1600540

Quelques exemples d'avis du CNPN sur l'absence d'autre solution satisfaisante

****Centrale photovoltaïque de Sainte-Aulaye Puymangou (Dordogne) - Avis défavorable du 7 décembre 2020**

«Ce projet trouve son origine en 2010. Ce qui explique, en partie, pourquoi il est localisé sur un site naturel de grande valeur (une des dernières landes humides non boisée de pins). Néanmoins, les réglementations et doctrines ont très nettement évoluées depuis cette date sans que ce projet ne suive fondamentalement ces évolutions. Ainsi, il est attendu une grille multicritère permettant de comparer (et objectiver) les alternatives (comparables et vraisemblables) pour justifier que le site retenu est le meilleur choix possible au regard des intérêts de protection des espèces protégées (mise en perspective des différents enjeux et options, appliquées notamment aux espèces protégées). En l'état, le CNPN déplore un projet envisagé en milieu naturel dans des landes en bon état de conservation, dont la représentativité en Dordogne est très limitée (ce qui explique pour partie la difficulté à trouver des sites naturels de compensation avec les équivalences attendues). En toute logique, ce projet aurait dû être déplacé vers des secteurs compatibles (friches et délaissés industriels, espaces anthropisés dégradés...) comme le recommande les appels d'offres de la CRE, et le bon sens, les zones humides étant réhabilitables. Modifier son PLU pour désigner les parcelles concernées en AUpr ne rend le projet compatible qu'au titre des règles d'urbanisme. Il est par ailleurs avancé qu'une puissance minimale de 10 MWc est nécessaire pour garantir la viabilité économique du projet, mais sans aucune démonstration factuelle et tangible qui permettrait de justifier qu'un recalibrage n'est pas possible (pour éviter les landes humides), ou que d'autres sites dégradés bénéficiant d'une moindre surface ne pourraient convenir. Enfin, un tel projet qui assume s'envisager sur un site naturel dans des habitats rares et menacés devrait faire l'effort de l'exemplarité en termes de bilan carbone. Porter atteinte à la forêt et aux sols intercepte la stratégie nationale bas carbone qui vise à préserver des puits de carbone, avec l'objectif de neutralité carbone associée. Les milieux naturels sont des puits de carbone et une certaine

cohérence entre les politiques publiques est attendue. L'exercice réglementaire attendu n'est donc pas traité et constitue une faiblesse juridique importante pour le dossier."

Lien vers l'avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2020-08-13d-00796_centrale_photovoltaique_au_sol_st_aulaye_24_avis_du_12_2020.pdf

****Champ solaire de Touraine à Sonzay (Indre-et-Loire) - Avis défavorable du 29 avril 2021**

"Certes le pétitionnaire envisage des ajustements minimes de scénarios à l'intérieur du site de 140 hectares qui permettent à la marge quelques évitements. Mais elles ne peuvent tenir lieu de variantes, c'est-à-dire des sites autres qui feraient l'objet d'une évaluation des impacts comparés, suite à quoi le pétitionnaire présenterait les raisons de son choix final. Cette condition pourtant impérative n'est pas remplie."

Lien vers l'avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2021-01-13d-00097_champs_solaire_de_touraine_sonsay_37_avis_du_04_2021.pdf

****Parc photovoltaïque de Palaja (Aude) - Avis du 17 décembre 2020**

"Au titre des variantes, le site le plus adéquat et le moins incident sur les espèces protégées demeure l'ancienne décharge située plus à l'est du site."

Lien vers l'avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2020-04-13d-00464_parc_photovoltaique_au_sol_palaja_11_avis_du_12_2020.pdf

Condition 3 : le maintien des espèces dans un état de conservation favorable dans leur aire de répartition naturelle

Il ressort du bilan précité que 3 % des annulations résultent de l'absence de maintien des espèces dans un état de conservation favorable.

Quelques exemples jurisprudentiels :

****Dans un arrêt de 2015, le TA de Nantes a notamment précisé que « les dispositions précitées de l'article L. 411-2 du code de l'environnement subordonnent la destruction des espèces protégées au maintien dans un état de conservation favorable des populations concernées dans leur aire de répartition naturelle ; que cette condition doit être interprétée comme faisant obstacle à un prélèvement dont l'importance serait susceptible de menacer le maintien des effectifs des populations des espèces protégées sur le territoire national voire européen ». En l'espèce, « les requérantes n'établissent, ni au demeurant n'allèguent, qu'au moins une des espèces protégées concernées par l'arrêté de dérogation litigieux présenterait, dans son aire de répartition naturelle et non pas seulement sur le site de Notre-Dame-des-Landes, un état de conservation tel que les atteintes qui lui seraient portées seraient susceptibles de menacer sa pérennité [...] qu'aucune des espèces impactées n'apparaît menacée à l'échelle régionale et nationale ; que, par suite, les requérantes n'établissent pas que l'arrêté litigieux nuirait au maintien dans un état de conservation favorable des populations concernées dans leur aire de répartition naturelle ».**

Référence : TA Nantes, 17 juillet 2015, n°1401304 et 1401302

****La même année, le TA de Marseille a également jugé que « l'opération projetée n'est susceptible d'engendrer qu'un impact potentiel limité quant à la destruction éventuelle de quelques individus appartenant à trois espèces faunistiques protégées, en raison des conséquences des travaux sur leur habitat sur une superficie réduite à 0,2 à 2,8 % selon les espèces, ainsi qu'un éventuelle destruction de 2 pieds d'une espèce floristique protégée ; que le projet prévoit des mesures d'atténuation, ainsi que des mesures d'accompagnement et de suivi et de contrôles [...] et enfin, des mesures compensatoires [...] par suite, la condition tenant à l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la**

conservation des habitats naturels, énoncée au a) de l'article L.411-2 4° du code de l'environnement est, en l'espèce, satisfaite ».

Référence : TA Montpellier, 16 juillet 2015, n°1400147

Quelques exemples d'avis du CNPN

****Centrale photovoltaïque de Sainte-Aulaye Puymangou (Dordogne) - Avis défavorable du 7 décembre 2020**

“Cette autre condition réglementaire est traitée dans le dossier de demande de dérogation, même si les analyses et conclusions ne sont pas partagées, notamment pour ce qui concerne l'analyse des impacts sur les espèces rares et en mauvais état de conservation, associées aux habitats détruits. Les sites de compensation ne garantissent pas en l'état le maintien des populations concernées dans un état de conservation favorable. Il aurait été attendu une maîtrise foncière (propriété), des garanties d'usages (ORE...), des partenariats pérennes avec des professionnels de la restauration et gestion des milieux naturels.”

Lien vers l'avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2020-08-13d-00796_centrale_photovoltaique_au_sol_st_aulaye_24_avis_du_12_2020.pdf

****Centrales photovoltaïques de Lesperon (Landes) - Avis défavorable du 5 juillet 2019**

“Cette condition réglementaire souffre d'une sous-évaluation globale des enjeux en raison d'un état initial considéré comme insuffisant.”

Lien vers l'avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2019-04-13d-00590_centrales_photovoltaïques_elevage_tension_lesperon_40_avis_du_07_2019.pdf

****Champ solaire de Touraine à Sonzay (Indre-et-Loire) - Avis défavorable du 29 avril 2021**

En dépit d'un inventaire initial de grande qualité, le CNPN note de nombreuses insuffisances dans l'évaluation des impacts, notamment des impacts cumulés avec deux autres parcs photovoltaïques ce qui constitue une faute grave, et dans la séquence ERC. Ce qui lui fait dire qu'il n'y a pas “l'assurance que le projet ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.”

Lien vers l'avis : http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2021-01-13d-00097_champs_solaire_de_touraine_sonzay_37_avis_du_04_2021.pdf

C. Autorisation au titre de la loi sur l'eau

En cas d'impact attendu sur une zone humide, une déclaration ou autorisation pourra être nécessaire au titre de l'article L. 214-1 et suivants du code de l'environnement. La demande doit être faite auprès de la DDT(M).

Rubriques IOTA (loi sur l'eau) susceptibles de s'appliquer ([R. 214-1 du code de l'environnement](#))

- Rubrique 2.1.5.0. Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant ;
- Rubrique 3.3.1.0 - zone humide, impose pour l'assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais ;



- Rubrique 3.3.2.0. Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie.

Ressources et détails ici : [Nomenclature IOTA | Ministère de la Transition écologique \(ecologie.gouv.fr\)](https://nomenclature.iota.gouv.fr/)

/ ! \ Attention : une destruction, une dégradation, un remblaiement ou un assèchement de zone humide n'est possible que si la séquence ERC est mise en œuvre.

D. L'autorisation de défrichement

Le défrichement est une opération consistant à détruire volontairement l'état boisé d'un terrain et ainsi mettre fin à sa destination forestière. Tout défrichement nécessite l'obtention d'une autorisation préalable qui est délivrée par le Préfet (L. 341-1 et suivants du code forestier).

En cas d'autorisation environnementale, cette autorisation est intégrée au dossier de demande d'autorisation environnementale.

Les demandes d'autorisation de défrichement portant sur une surface totale ou fragmentée égale ou supérieure à 25 ha, sont soumises à évaluation environnementale systématique (étude d'impact et enquête publique). En dessous de ce seuil, le défrichement est soumis à la réalisation d'une notice d'impact.

A noter qu'au regard de l'arrêt du Conseil d'Etat précité du 15 avril 2021, le seul critère de surface de défrichement n'est plus pertinent pour exempter le projet d'étude d'impact.

S'agissant de l'enquête publique, elle est également obligatoire pour un défrichement de plus de 10 ha si un arrêté préfectoral a constaté que le taux de boisement de la commune était inférieur à 10 %.

Surface de défrichement totale ou fragmentée	Régime
> ou égale à 25 ha	Evaluation environnementale systématique
< 25 ha	Evaluation environnementale au cas par cas selon les critères fixés à l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement

Attention : tout défrichement doit faire l'objet de mesures de compensations (L. 341-6 du code forestier).

- Cette autorisation doit être obtenue au préalable de la demande de l'autorisation d'urbanisme.
- Un régime différent s'applique selon qu'il s'agit de bois appartenant à des particuliers, du domaine forestier de l'Etat ou des collectivités locales. En effet, pour les bois appartenant aux collectivités territoriales, toute opération de défrichement est soumise à autorisation, quelle que soit la superficie ou la taille du massif impacté. Pour les bois appartenant à des particuliers, un seuil départemental est fixé à partir duquel une autorisation sera nécessaire.

E. Evaluation des incidences Natura 2000 au titre de la directive habitat faune flore

Le dispositif Natura 2000 n'interdit pas l'implantation d'installations photovoltaïques sur un site Natura 2000. Toutefois, ces installations doivent être compatibles avec les objectifs de conservation des habitats et des espèces ayant justifié la désignation de ce site.



Les projets qui pourraient avoir un impact significatif sur le site sont donc soumis à une évaluation de leurs incidences sur les habitats et espèces d'intérêts communautaires. L'implantation d'une centrale solaire ne pourra être autorisée qu'à la condition qu'elle n'a pas d'impact significatif sur les habitats et espèces d'intérêts communautaires ayant justifié la désignation du site Natura 2000.

Cf liste nationale dite "nomenclature étude d'impact" (liste consultable à l'article R.414-19 du code de l'environnement)

Cette liste n'est pas limitative car il existe une clause filet exigeant une évaluation des incidences pour tout projet susceptible d'avoir des effets significatifs.

Conseils/ recommandations : cette évaluation doit être réalisée le plus en amont possible afin de prendre des mesures pour éviter ou réduire les incidences sur le site Natura 2000.

F. Autres considérations environnementales

Les installations au sol peuvent par ailleurs avoir à respecter d'autres considérations environnementales :

- Implantation en zone inondable : [circulaire du 30 avril 2002](#), [article L-562 du code de l'environnement](#), plan de préventions des risques d'inondations
- Risque incendie : [article L-562 du code de l'environnement](#), plan de prévention des risques incendies
- Périmètre de protection des captages publics : Code de l'environnement- Livre II- Titre 1er- Chapitre IV- Section 1

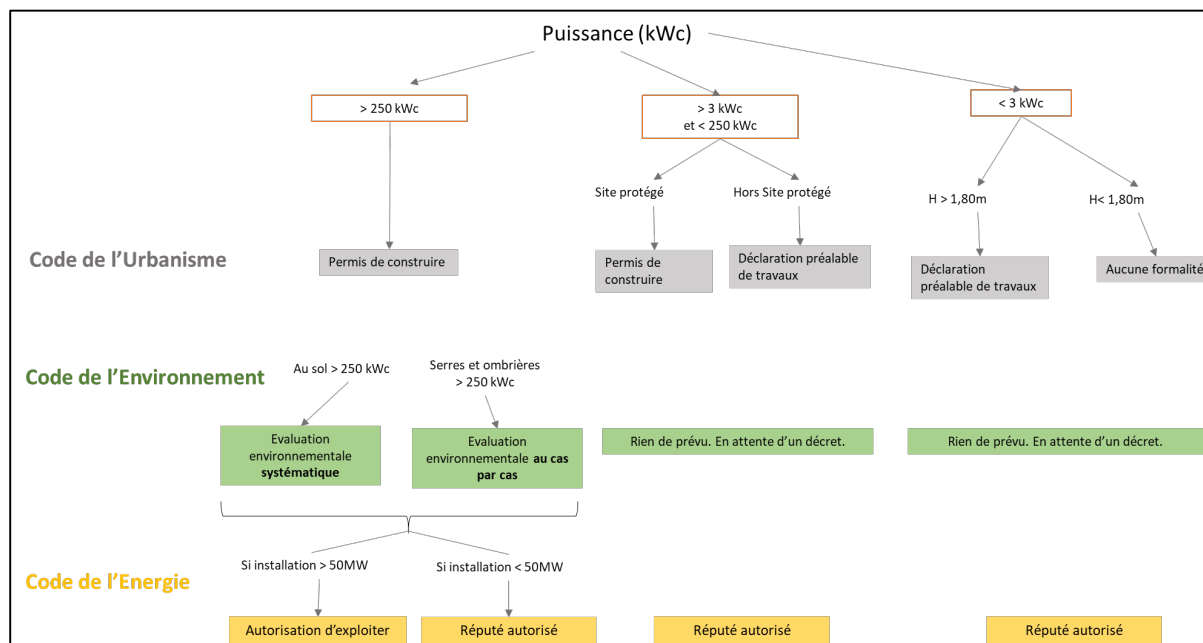
3. Autorisation d'exploiter au titre du code de l'Energie (L. 311-5 et suivants et R. 311-2 du code de l'énergie)

Seules les installations photovoltaïques de puissance **supérieure à 50 MW** sont soumises à **autorisation d'exploiter**. Les installations de puissance inférieure sont réputées autorisées et aucune démarche administrative n'est nécessaire au titre du code de l'énergie. Cette autorisation est désormais, le cas échéant, comprise dans l'autorisation environnementale.

Ressources : [Décret n°2016-687 du 27 mai 2016](#)

Interlocuteur : MTES – DGEC

Schéma récapitulatif de la réglementation pour les parcs solaires au sol



CAS PARTICULIER DU PV FLOTTANT

En raison de leur émergence nouvelle, le cadre juridique des parcs photovoltaïques flottants n'est pas encore totalement consolidé. Cependant, s'agissant des **dispositions relatives au code de l'urbanisme et de l'énergie, celles-ci sont les mêmes que celles pour les parcs photovoltaïques au sol.**

Concernant l'évaluation environnementale, les services locaux de l'Etat considèrent que les panneaux photovoltaïques flottants relèvent de la rubrique 30 de l'article R. 122-2 du code de l'environnement. Ainsi, tout comme les centrales photovoltaïques au sol, une **évaluation environnementale est systématique pour les installations dont la puissance est supérieure à 250 kWc. En dessous de ce seuil, l'article R. 122-2 du Code de l'environnement exclut, à tort, toute évaluation environnementale (en attente d'un décret).**

S'agissant de l'application de la loi sur l'Eau, nous notons que les parcs PV flottants n'entrent dans aucune rubrique de la nomenclature IOTA - la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités touchant au domaine de l'eau qui est annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement. Pourtant les parcs PV flottants compte tenu de leur impact sur les milieux aquatiques rentrent dans le champ de l'article L 214-3 du code de l'environnement. La nomenclature eau semble donc devoir être modifiée pour intégrer ce type d'installation.

CAS DES DÉLAISSÉS ROUTIERS

L'implantation d'infrastructures de production d'énergie solaire sur les délaissés de voirie et sur les aires de repos, de service et de stationnement du réseau routier est autorisée depuis 2019 (L'article L111-7 du code de l'urbanisme, modifié par la loi Energie Climat du 8 novembre 2019). Les délaissés de voirie sont des parcelles qui faisaient partie du domaine public routier et qui se trouvent être déclassées et incorporées dans le domaine privé des personnes publiques, par suite de la création ou de la modification du tracé des routes. Cette disposition permet de s'affranchir, sur les parcelles déclassées ou les aires de repos, de service ou de stationnement, de l'interdiction de construire dans une bande de 75 m pour le long des routes et de 100 m le long des autoroutes et routes à grande vitesse. Cela n'implique pas de concurrence avec les surfaces agricoles situées le long des axes routiers, et ne change en rien la servitude de recul sur les parcelles qui ne sont ni des délaissés ni des aires.

DISPOSITIFS DE SOUTIEN

Le soutien public à la filière solaire se traduit actuellement par deux grandes catégories de soutien, basées sur l'achat de l'électricité produite à un tarif garanti (tarif d'achat ou complément de rémunération) et deux modes d'attribution (guichet ouvert ou appel d'offres) :

- Des tarifs d'achat en guichet ouvert (sans appels d'offres) pour les installations sur bâtiments de puissance inférieure à 100 kWc (différenciés selon les seuils de 3 kWc, 9 kWc et 36 kWc).
- Un soutien financier via des appels d'offres pour les installations de plus de 500 kWc
 - Un tarif d'achat pour les installations dont la puissance est comprise entre 100 et 500 kWc ;
 - Un complément de rémunération pour les installations de puissance supérieure à 500 kWc.

Typologie	Seuils	Soutien	Attribution
Sur Bâtiment	- Jusqu'à 100 kWc	- Tarif d'achat	- Guichet ouvert
	- de 100 à 500 kWc	- Tarif d'achat	- AO CRE
	- De 500 kWc à 8 MWc	- complément de rémunération	- AO CRE
En ombrières	- Jusqu'à 100 kWc	- Tarif d'achat	Guichet ouvert
	- de 100 à 500 kWc	- Complément de rémunération	AO CRE
	- De 500 kWc à 10 MWc	- Complément de rémunération	AO CRE
Au sol	> 500 MWc	- Complément de rémunération	AO CRE

Du fait de la baisse des coûts, les projets vont peu à peu pouvoir se passer de ce soutien de l'Etat et commence à se développer des projets en contrat de gré à gré (PPA - Power Purchase Agreement) entre porteur de projet et consommateur (entreprise, fournisseur d'électricité, collectivités, etc.). Exemple du [parc de Bissey-sous-Cruchaud](#) co-développé par Energie Partagée.

Le saviez-vous ? Dans le cadre des appels d'offres, ce sont les candidats qui proposent un « prix d'achat » en €/MWh. Les modalités de sélection des dossiers et des engagements du candidat sont précisées dans les **cahiers des charges** de la CRE (Commission de régulation de l'énergie). Les Zones Non Interconnectées (ZNI) comprenant la Corse et les DOM font l'objet d'appels d'offres photovoltaïques spécifiques.

Notation : les projets sont notés d'après plusieurs critères : le prix, le contenu carbone, l'implantation en zone dégradée, l'impact environnemental, le non-défrichement. Le prix compte pour plus des 2/3 de la note finale.

Instruction : la Commission de régulation de l'énergie (CRE) instruit et donne un avis sur les projets. Puis, le ministre en charge de l'énergie désigne les lauréats.

FNE a relevé certaines insuffisances rédactionnelles dans le cahier des charges de l'appel d'offres pour les centrales au sol applicable jusqu'en juin 2019, et a proposé en conséquence au Ministère de l'environnement d'étendre la liste des zones interdites afin de préserver les zones naturelles, agricoles et forestières, et de revoir la pondération des critères pour donner davantage de poids au choix d'implantation en zone dégradée. L'Ademe a également fait des recommandations en ce sens dans la [feuille de route pour réduire l'empreinte environnementale du photovoltaïque](#) (2021).

POUR ALLER PLUS LOIN

<https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/appels-doffres/appels-doffres-en-cours/>



CONTACTS

France Nature Environnement

2 rue de la clôture, 75019 Paris

Réseau Energie : energie@fne.asso.fr

Réseau Biodiversité : nature@fne.asso.fr

Réseau Juridique : juridique@fne.asso.fr

Retrouvons-nous sur nos pages [Facebook](#) et [Twitter](#)

Et restez informés des actualités de l'énergie avec la [Revue de Presse FNE Energie](#)