

Cadre régional pour le développement des projets photovoltaïques en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Février 2019



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DREAL
PROVENCE-ALPES
CÔTE D'AZUR

Edito

L'année 2018 n'aura pas échappé à la règle, elle fait partie des années les plus chaudes de notre ère et confirme la lourde responsabilité qui nous incombe dans le changement climatique. Nous faisons face à un défi immense, auquel chacun et chacune doit prendre part.



Face à ce défi, le développement des énergies renouvelables constitue un axe central pour lutter contre le réchauffement climatique. La réponse n'est pas unique, elle est plurielle. Elle se décline à travers un « mix énergétique » visant à multiplier les solutions pour améliorer la résilience dans le temps et l'espace de notre production d'énergie. Dans ce mix énergétique, l'énergie photovoltaïque doit prendre toute sa place alors que celle-ci ne représente encore que près de 10 % de la production électrique d'origine renouvelable en France métropolitaine. La nouvelle Programmation Pluriannuelle de l'Énergie fixe ainsi l'objectif de multiplier par cinq la capacité des installations photovoltaïques d'ici 2028.

Forte d'un ensoleillement exceptionnel, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur se doit d'être le fer de lance dans le développement de l'énergie photovoltaïque qui, par ailleurs, constitue une formidable opportunité pour le développement économique de notre région. En priorité sur les bâtiments et ombrières de parking, le développement de cette énergie doit se conjuguer avec les forts enjeux de notre région à savoir, la préservation de la biodiversité, des continuités écologiques, ainsi que des paysages, le maintien des terres agricoles et des espaces forestiers et la lutte contre le changement climatique.

Les objectifs fixés dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2018-2028 et dans le projet de Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires arrêté le 18 octobre 2018 par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, montrent l'ambition de l'État et des collectivités territoriales, par ailleurs compétentes pour planifier le développement des énergies renouvelables sur leur territoire, pour mener à bien la transition énergétique appelée par tous. L'énergie photovoltaïque est au premier plan de ces ambitions et c'est pourquoi elle doit se développer dans un cadre clair et précis que je vous propose ici.

Je sais pouvoir compter sur l'ensemble des acteurs de la filière photovoltaïque et des collectivités pour répondre à ces objectifs ambitieux et se donner les moyens de permettre l'essor tant attendu de l'énergie photovoltaïque en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,

Pierre Dartout

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	6
SYNTHÈSE.....	9
I – ÉTAT DES LIEUX ET OBJECTIFS DE LA FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE.....	12
Contexte législatif et réglementaire.....	13
« Place au soleil ».....	14
Programmation Pluriannuelle de l’Energie 2018-2028.....	15
Les différentes filières photovoltaïques.....	16
Développement du photovoltaïque en France.....	17
Développement du photovoltaïque en PACA.....	17
Les dispositifs de soutien.....	18
Objectifs de développement du photovoltaïque en France et en PACA.....	21
II – EN PRIORITÉ, LE PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES ET OMBRIÈRES DE PARKING.....	22
Introduction.....	23
Typologie du photovoltaïque sur toiture.....	24
Opportunité de projet.....	26
III – SELON CERTAINES CONDITIONS, LE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL.....	36
Introduction.....	37
Cadre régional d’implantation.....	38
Grille de sensibilité.....	42
Réglementation.....	47
Recommandations pour la réalisation des études et du projet.....	49
IV – SOUS RÉSERVE, LES SERRES PHOTOVOLTAÏQUES.....	58
Introduction.....	59
Contexte et définitions de l’agrivoltaïsme.....	60
Retours d’expérience.....	61
Recommandations techniques.....	63
Cadre réglementaire.....	70
Grille d’analyse d’un projet de serre photovoltaïque.....	73
Le développement par l’innovation.....	77
CONCLUSION.....	79
ANNEXES.....	80

INTRODUCTION GÉNÉRALE

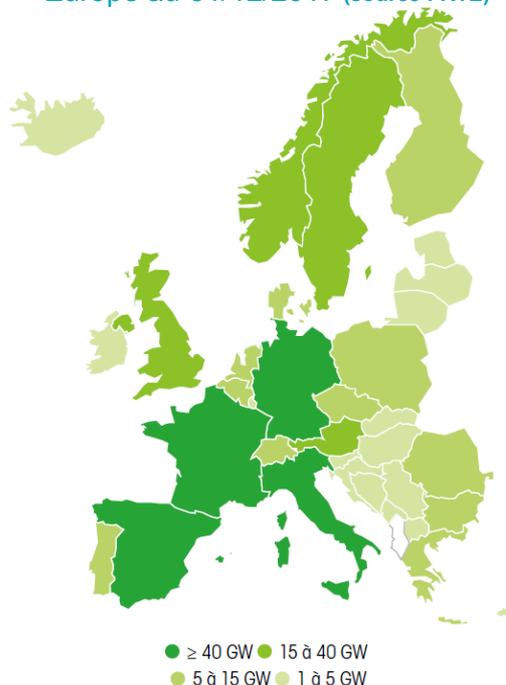
Contexte des énergies renouvelables en Europe

Le développement des énergies renouvelables constitue un axe majeur de la politique européenne de lutte contre le changement climatique.

Au 31 décembre 2017, la puissance d'énergies renouvelables installée en Europe s'élevait à 520,3 GW dans l'ensemble des pays membres de l'ENTSO-E¹. Avec près de 117 GW installés, l'Allemagne possède le parc le plus important devant l'Italie (60,6 GW) et l'Espagne (51,8 GW). **La puissance du parc de production d'électricité renouvelable en France métropolitaine s'élève lui à 49,7 GW dont 7,6 GW (15 %) provient de la filière solaire.**

En application des « paquets énergie climat » de l'Union Européenne, la France s'est engagée à augmenter la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans sa consommation énergétique finale pour atteindre 23 % d'ici 2020 (lois Grenelle) puis 32 % à l'horizon 2030 (loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte). Déclinés dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), ces engagements se traduisent par **un objectif de puissance installée d'énergies renouvelables de 51,7 GW pour fin 2018**. Un an avant son échéance, la France a donc rempli 96 % de l'objectif fixé par la PPE.

Puissance renouvelable raccordée en Europe au 31/12/2017 (source : RTE)

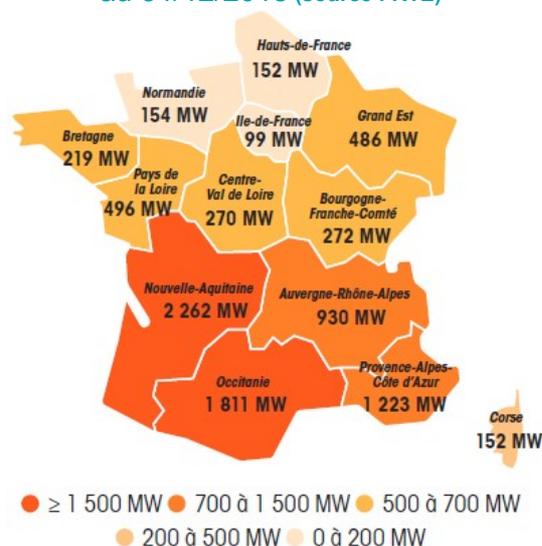


Contexte de la filière photovoltaïque en France

Au 31 décembre 2018, le parc solaire français atteint une capacité installée de 8527 MW. Cette puissance ne représente que **83,6 % de l'objectif fixé par la PPE (10 200 MW) pour fin 2018**.

En revanche, en France métropolitaine, le cumul de puissance des projets en développement s'élève à 4266 MW, élevant ainsi à 12 793 MW la puissance installée et en file d'attente et représentant 125 % de l'objectif national fixé par la PPE. Ce chiffre est néanmoins à mettre au regard des objectifs ambitieux fixés dans les Schémas Régionaux Climat Air Énergie (SRCAE) dont le total de la puissance solaire appelée atteint 15 500 MW.

Puissance solaire raccordée par région au 31/12/2018 (source : RTE)



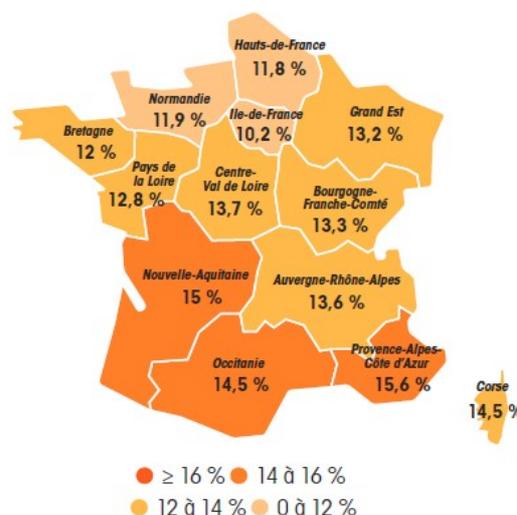
¹ European Network of Transmission System Operators for Electricity, Réseau européen des gestionnaires de réseau(x) de transport d'électricité.

Contexte de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Avec ses 1 223 MW de puissance raccordée au 31 décembre 2018², soit 14 % de la puissance installée en métropole, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est la troisième région de France sur la filière photovoltaïque. Elle bénéficie par ailleurs de conditions d'ensoleillement privilégiées avec un facteur de charge solaire moyen³ de 15,6 %.

Pourtant, le solaire photovoltaïque installé n'atteint que près de 44 % de l'objectif fixé par le SRCAE, approuvé par le Conseil Régional et adopté par arrêté préfectoral en juillet 2013, qui vise les 2 760 MW en 2020. Cet objectif a d'ailleurs été revu à la hausse dans le cadre de l'élaboration du Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) pour atteindre une puissance photovoltaïque totale de 8 316 MW en 2023. Il se décline de la façon suivante :

Facteur de charge solaire moyen en 2018 (source : RTE)



Objectifs SRADDET	2023 (MW)	2030 (MW)	2050 (MW)
Photovoltaïque (particuliers)	394	520	2 934
Photovoltaïque (parcs au sol)	2 684	2 850	12 778
Photovoltaïque (grandes toitures)	5 238	8 360	31 140
TOTAL PV	8 316	11 730	46 852

Enjeux du développement de la filière photovoltaïque

Le développement de l'énergie photovoltaïque en Provence-Alpes-Côte d'Azur s'inscrit donc dans une dynamique internationale et est amené à être accéléré dans les prochaines années. Les centrales photovoltaïques au sol, moins chères⁴, pourraient sembler être la principale réponse à ces ambitions. Mais la consommation d'espace qui en résulterait (entre 1 et 2 ha par MW installé) ne saurait se faire au détriment de la préservation des espaces agricoles, naturels et forestiers, qui contribuent par ailleurs au stockage du carbone, à l'adaptation au changement climatique et au maintien de la biodiversité. Leur développement est donc conditionné à une réflexion territoriale et doit pouvoir s'inscrire dans une planification choisie et anticipée par les collectivités.

Pour ces raisons, le développement de l'énergie photovoltaïque doit être prioritairement axé sur les surfaces bâties ou anthropisées, dont le potentiel estimé⁵ permettrait d'atteindre en grande partie voire en totalité les objectifs fixés dans la PPE et dans les schémas régionaux.

² Source : Panorama de l'électricité renouvelable en 2018 (RTE, SER, Enedis, ADEeF)

³ Le facteur de charge ou facteur d'utilisation d'une installation photovoltaïque est le rapport entre l'énergie électrique effectivement produite sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite si elle avait fonctionné à sa puissance nominale durant la même période

⁴ Les prix moyens constatés pour les projets d'installations photovoltaïques au sol atteignent en 2018 des prix autour de 58 € / MWh, contre 76 € / MWh pour les installations sur toitures (<https://www.cre.fr>)

⁵ Selon l'ADEME, au niveau national, il existe un gisement identifié de l'ordre de 350 GW sur toitures soit 360 000 ha (<https://www.ademe.fr/mix-electrique-100-renouvelable-analyses-optimisations>)

C'est dans ce contexte, et sur la base des travaux réalisés en DDT(M), que les services de l'État ont souhaité préciser leur approche sur le développement de la filière photovoltaïque en PACA en établissant un cadre régional, à partager avec l'ensemble des acteurs de la filière.

Il est à noter que ce document ne vient pas en substitution mais bien en articulation des éventuelles doctrines locales ou départementales.

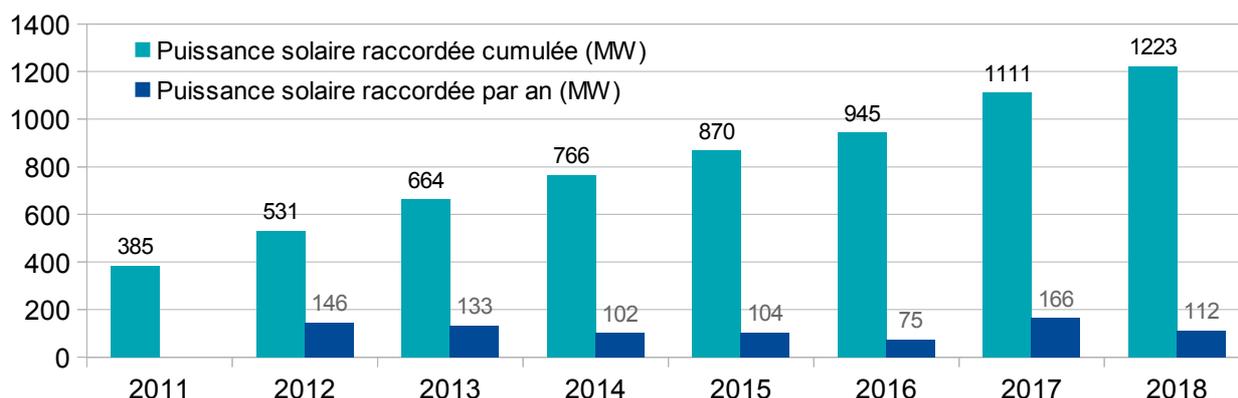
Il est également rappelé que le présent document n'a aucune valeur juridique et que sa vocation se limite à orienter les acteurs du photovoltaïque et les élus vers un développement équilibré de la filière et un aménagement en lien avec les autres enjeux prioritaires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

SYNTHÈSE



État des lieux et objectifs de la filière photovoltaïque

Avec un facteur de charge solaire moyen de 15,6 % et ses 1 223 MW installés au 31 décembre 2018, soit 14 % de la puissance installée en métropole, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est une des régions françaises les plus dynamiques de la filière photovoltaïque.



De plus, elle est celle dont le développement appelé au niveau national est le plus important. De 8,5 GW de capacité installée au fin 2018, celle-ci devra être multipliée par cinq d'ici 2028.



En priorité, le photovoltaïque sur toitures et ombrières de parking

Pour répondre à l'impérieuse nécessité d'accélérer le développement des énergies renouvelables, dans un contexte de pression accrue sur le foncier et de préservation des enjeux environnementaux, la contribution régionale au développement du solaire photovoltaïque doit s'exprimer en priorité par la mobilisation maximale du potentiel sur les toitures ou les ombrières des parkings déjà existants. De la maison individuelle aux grandes toitures et grands parkings, l'objectif est également de voir se développer des installations de haute qualité environnementale et paysagère adaptées à leur environnement et à la sécurité des citoyens.



Selon certaines conditions, le photovoltaïque au sol

Pour passer des 1 223 MW de puissance photovoltaïque installée en 2018 aux 11 730 MW ciblés pour l'année 2030 dans le projet de SRADDET, l'installation de parcs au sol plutôt qu'en toiture présente aujourd'hui l'avantage de pouvoir produire davantage et à des coûts plus compétitifs. Toutefois, la consommation d'espace qui en résulte (entre 1 à 2 ha par MW installé) peut être source de conflit avec les autres enjeux prioritaires tels que le maintien de la biodiversité et des continuités écologiques, la préservation des terres agricoles, des espaces forestiers et des paysages. Il convient alors d'intégrer le plus en amont possible l'ensemble de ces enjeux dans l'élaboration des projets et leur planification.

L'implantation dans les espaces naturels, agricoles ou forestiers n'est à envisager qu'aux conditions cumulatives suivantes :

- avoir examiné les possibilités foncières à la bonne échelle (au niveau du SCoT ou PLUi) ;
- s'être assuré, selon une analyse multi-critères, de l'absence de faisabilité du projet en espace déjà anthropisé ;
- sous réserve du faible impact environnemental et paysager du projet et en analysant le plus faible impact par comparaison avec des sites alternatifs.

Lorsqu'un espace est identifié pour accueillir une installation photovoltaïque, il convient que sa mobilisation soit maximisée en cohérence avec les enjeux identifiés. Ceci a pour objectif d'optimiser la puissance installée sur les zones à privilégier.

Une grille de sensibilité hiérarchisant les enjeux territoriaux à l'égard de la planification et de l'aménagement d'un projet de parc photovoltaïque a été élaborée selon quatre classes (page 42) :

- **Zones rédhibitoires** : pour lesquelles au moins une disposition législative ou réglementaire interdit l'implantation d'équipement photovoltaïque ;
- **Zones à fort enjeu** : zones d'intérêt remarquable, qui n'ont pas, a priori, vocation à accueillir un équipement photovoltaïque, même si aucune disposition législative ou réglementaire ne l'exclut catégoriquement. Une autorisation ne peut être envisageable que sous réserve :
 - d'une concertation approfondie entre le porteur de projet et les services instructeurs pour juger de l'opportunité du projet en termes d'aménagement du territoire ;
 - de la réalisation d'une évaluation des incidences approfondie, qui prenne en compte les effets cumulés, et qui présente les solutions de substitution et la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction ;
 - que les impacts environnementaux du projet puissent être compensés de façon satisfaisante.
- **Zones à enjeux modérés** : zones ne présentant pas d'enjeux forts identifiés, sur lesquelles l'implantation d'un équipement photovoltaïque est, a priori, possible sous réserve d'une analyse des incidences permettant de confirmer le caractère modéré des enjeux et de statuer sur la faisabilité du projet ;
- **Zones à privilégier** : zones sans enjeux identifiés telles que les sites artificialisés, dégradés ou pollués.

La majorité des zonages listés dans la grille de sensibilité est accessible à partir de l'outil de cartographie interactive de la DREAL (GéoIDE⁶) ou dans les documents spécifiques de gestion des espaces bénéficiant d'une protection réglementaire.



Sous réserve, les serres photovoltaïques

L'agrivoltaïsme recouvre les installations qui permettent de coupler une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale en permettant une coexistence sur un même espace. Les serres photovoltaïques représentent aujourd'hui la majorité des installations agrivoltaïques mais ne sont pas les seules (installations relevant de l'agrivoltaïsme dynamique notamment).

⁶ L'outil de cartographie interactive de la DREAL PACA est disponible au lien suivant : <http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/1131/environnement.map>

Concernant les serres photovoltaïques, les retours d'expériences de ces dernières années amènent à constater qu'il n'existe pas, à ce jour, d'installation garantissant une production agricole équivalente à une serre classique. De plus, les années 2010-2015 ont vu un certain nombre de projets dont la vocation agricole était absente dès la conception du projet et qui constituent aujourd'hui de véritables contre références pour la filière.

Néanmoins, du fait de la baisse des prix constatés dans le cadre des appels d'offres publiés par la CRE, les projets sans valeur agronomique ajoutée ne permettent plus d'amortir l'investissement initial.

Aussi, certains projets, de par l'utilisation de technologies innovantes ou d'une meilleure prise en compte des enjeux agronomiques dans la conception de l'outil « serre », voient le jour. Ces projets, avec l'appui contractualisé d'organismes professionnels (chambre d'agriculture, association provençale de recherche et d'expérimentation légumière...), doivent pouvoir alimenter la recherche et le développement de la filière.

Conclusion

À ce jour, la production d'énergie photovoltaïque ne permet de couvrir que 4 % de la consommation électrique totale de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il relève donc de l'urgence de développer massivement les énergies renouvelables dans le mix énergétique, le photovoltaïque en premier.

Les services de l'État, dans le cadre de leurs missions d'instruction et de contrôle, favoriseront le développement des projets photovoltaïques les plus en adéquation avec les enjeux des territoires, c'est-à-dire :

- l'installation de panneaux photovoltaïques sur les toitures et ombrières des parkings existants ;
- l'installation de panneaux photovoltaïques sur les surfaces déjà anthropisées et les terrains dits « dégradés » ;
- sous réserve d'un accompagnement et d'un suivi adapté, l'installation de panneaux photovoltaïques sur des structures relevant de l'agrivoltaïsme.

Certaines spécificités territoriales peuvent être précisées dans les doctrines départementales ou locales dont il convient de prendre connaissance avant tout investissement dans le développement d'un projet. Les services de l'État, au travers des « guichets uniques », sont à la disposition des élus et des acteurs du photovoltaïque pour mener à bien le développement de leurs projets, en cohérence avec les enjeux du territoire.



1 ÉTAT DES LIEUX ET OBJECTIFS DE LA FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

La loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV) du 17 août 2015 a bouleversé le paradigme du développement des énergies renouvelables selon trois axes fondamentaux : les objectifs à atteindre (issus de la PPE de novembre 2016, révisée en novembre 2018), le dispositif de soutien (mise en place du complément de rémunération et des appels d'offres pluriannuels) et le cadre réglementaire de développement (autorisation environnementale notamment).

Fin 2018, le développement des énergies renouvelables, et notamment de la filière photovoltaïque, a été réaffirmé selon plusieurs axes :

- les objectifs de développement sont renouvelés avec la révision de la programmation pluriannuelle de l'énergie ;
- le nouveau dispositif de soutien (complément de rémunération, appels d'offres) est renforcé avec une augmentation significative des volumes appelés dans les appels d'offres de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) pour le photovoltaïque au sol, le photovoltaïque sur bâtiment et l'éolien ;
- pour les projets qui rentrent dans le cadre de l'autorisation environnementale, le cadre réglementaire est rationalisé ;
- l'évolution des règles relatives aux études d'impact et à l'évaluation environnementale (2017) ;
- l'accent est mis sur l'innovation avec des appels d'offres dédiés de la CRE (AO PV innovation), de l'ADEME (appels à projets « Nouvelles Technologies Émergentes »), et de la Région (SMART PV 2.0).

Par ailleurs, le rôle des territoires est renforcé depuis les lois portant Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe) et de Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles (MAPTAM) pour développer les énergies renouvelables (SRADDET, PCAET, SCOT et PLU).

Enfin, le plan biodiversité (juillet 2018) a appelé l'attention des acteurs sur la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser » (action 90), notamment en favorisant l'évitement des impacts des projets sur l'environnement.



« PLACE AU SOLEIL »

Dans le contexte du débat sur la Programmation pluriannuelle de l'énergie, le Gouvernement a lancé au cours de l'année 2018 la démarche « Place Au Soleil » qui se veut être une mobilisation générale pour le photovoltaïque et le solaire thermique en France.

Constitué de trois groupes de travail (éolien, méthanisation et solaire photovoltaïque), ce plan décline une série de mesures⁷ dont les principales concernant le photovoltaïque sur toitures et ombrières sont :



- Augmentation de 50 % du volume de l'appel d'offres de photovoltaïque sur les toitures ;
- Simplification de l'analyse au cas par cas des études d'impacts des ombrières de parking et des serres agricoles ;
- Simplification des règles d'urbanisme (distances de recul, coefficients d'emprise au sol, etc.) ;
- Élaboration d'un guide pratique pour aider au développement de projets photovoltaïques et encadrer les délais de réponses des services administratifs ;
- Précision des conditions d'application de l'obligation de solarisation des bâtiments commerciaux neufs de plus de 1000 m² (introduction d'un seuil minimal de couverture) et à terme élargissement de l'obligation aux bâtiments existants ;
- Insertion des projets dans le patrimoine français (travail avec les associations concernées, le ministère de la Transition écologique et solidaire et le ministère de la Culture) et financement d'une dizaine d'opérations photovoltaïques exemplaires en termes d'intégration au sein du patrimoine ;
- Création d'un label « Ville solaire » et « Département solaire » avec des objectifs de développement solaire (équiper des bâtiments communaux de PV, réaliser un « cadastre solaire » pour permettre à tous les citoyens de connaître le potentiel photovoltaïque de leur logement ou bâtiment).

Ces mesures sont complétées par des engagements de grands propriétaires à libérer du foncier et de l'espace pour le photovoltaïque au sol et sur toitures :

- Le ministère des Armées s'engage à libérer plus de 2 000 hectares de terrains avant 2025 pour développer des projets photovoltaïques ;
- Des grands groupes de la distribution s'engagent à installer plusieurs centaines de mégawatts sur leurs toitures et ombrières de parking ;
- La SNCF s'engage à mobiliser ses fonciers « éligibles » au PV d'une surface minimum de 2 ha et à étudier la mise en place progressive de PV sur les toitures des principaux bâtiments (potentiel de l'ordre de 160 000 m²).

⁷ https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2018.06.28_DP_Mobilisation_PlaceAuSoleil.pdf



PPE 2018-2028

La programmation pluriannuelle de l'énergie portant sur la période 2018-2028 a été présentée le 27 novembre 2018 par le Président de la République et le ministre de la Transition écologique et solidaire⁸. Celle-ci se décline en quatre objectifs dont celui de diversifier le mix-énergétique en développant les énergies renouvelables.

Pour 2028, la PPE fixe ainsi l'objectif d'une accélération significative du rythme de développement des énergies renouvelables en doublant la capacité installée des énergies renouvelables électriques par rapport à 2017. Concrètement, cela représente une puissance installée de 74 GW pour 2023 et de 102 à 113 GW pour 2028.

La filière photovoltaïque est celle dont le développement appelé par la PPE est le plus important. De 8,5 GW de capacité installée fin 2018, celle-ci devra être multipliée par cinq à l'issue de la PPE 2018-2028 :

- Fin 2023, la capacité des installations photovoltaïques devra atteindre 20,6 GW ;
- Fin 2028, la capacité des installations photovoltaïques devra atteindre entre 35,6 à 44,5 GW.

Ces objectifs sont accompagnés de mesures visant à :

- Accélérer le développement des projets tout en prenant en compte de façon renforcée les enjeux environnementaux, de faisabilité locale, de conflits d'usages ;
- Poursuivre les mesures de simplification administrative engagées afin de raccourcir les délais de développement et de réduire les coûts ;
- Soutenir le développement de l'investissement participatif dans les projets par les citoyens et les collectivités locales ;

Aussi, les orientations suivantes sont prises dans le cadre de la PPE :

- Privilégier le développement du photovoltaïque au sol, moins coûteux, de préférence sur les terrains urbanisés ou dégradés et les parkings ;
- Soutenir l'innovation dans la filière du photovoltaïque par appel d'offres afin d'encourager de nouvelles solutions solaires au sol (agrivoltaïsme, centrales flottantes...) et sur les bâtiments ;

⁸ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dossier-presse-strategie-francaise-lenergie-et-climat>
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gouvernement-publie-projet-programmation-pluriannuelle-lenergie-ppe-dans-integralite>



LES DIFFERENTES FILIERES PHOTOVOLTAÏQUES

Les installations de panneaux photovoltaïques peuvent être regroupées en deux catégories.

Installations dont l'usage du sol réside uniquement dans la production d'énergie

Exemple d'une centrale photovoltaïque au sol « classique »



Champ photovoltaïque avec modules à concentration



Exemple de centrale photovoltaïque flottante →



Installations dont la production d'énergie est complémentaire d'un autre usage du sol

Exemple d'une installation photovoltaïque sur bâtiment



Exemple d'une installation photovoltaïque sur ombrière de parking



Exemple d'une installation agrivoltaïque



Exemple d'une serre photovoltaïque



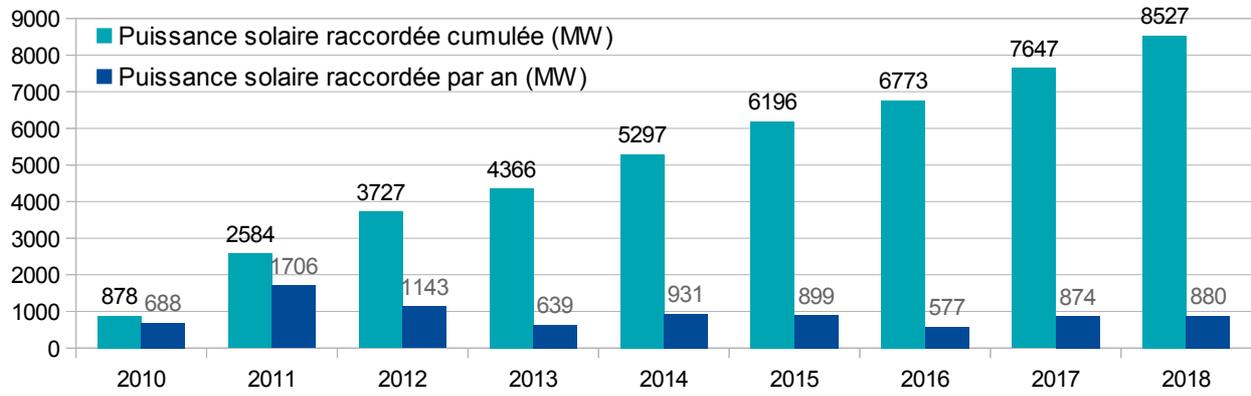
Tout comme l'énergie photovoltaïque doit s'inscrire dans un mix énergétique, **l'atteinte des objectifs de la transition énergétique implique un développement de la filière photovoltaïque sur toutes ses potentialités**. Néanmoins, afin de conjuguer ce développement avec les forts enjeux environnementaux de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, il est répété que **doivent être prioritaires les installations ayant le moins d'impact possible en termes de consommation foncière et d'impacts sur la biodiversité et les paysages**.



DÉVELOPPEMENT DU PHOTOVOLTAÏQUE EN FRANCE

La France a connu ces dernières années une évolution régulière de sa puissance solaire raccordée. Alors que cette puissance était quasi nulle en 2007, elle a connu une forte progression à partir de l'année 2010 pour atteindre plus de 8,5 GW au 31 décembre 2018.

Evolution de la puissance solaire raccordée en France en MW (source : RTE)



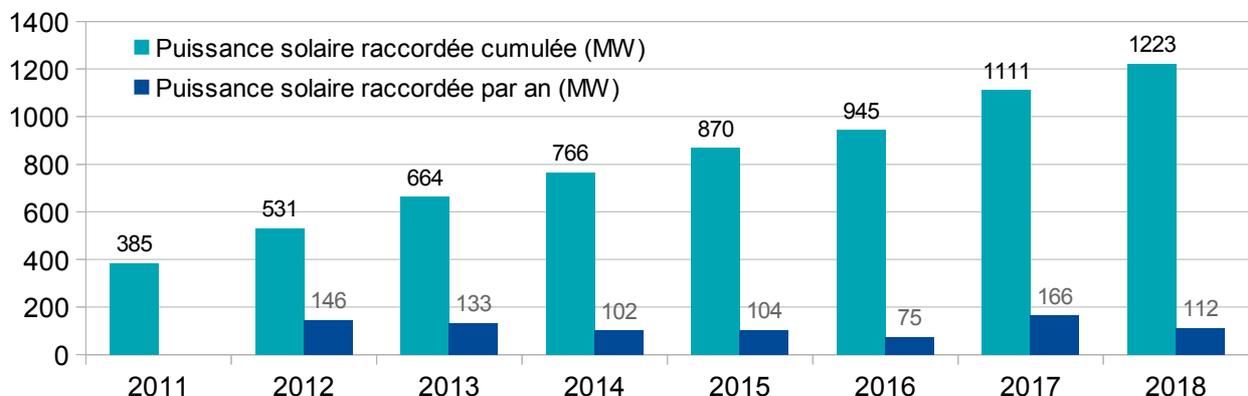
En 2018, cette puissance a permis de produire 10,2 TWh d'énergie photovoltaïque, soit 9,4 % des 108,7 TWh d'énergie renouvelables produite en France sur la même période.

Un registre national des installations de production d'électricité et de stockage est disponible au lien suivant : <https://www.data.gouv.fr/fr/>

DÉVELOPPEMENT DU PHOTOVOLTAÏQUE EN PACA

Bénéficiant de conditions d'ensoleillement privilégiées avec un facteur de charge solaire moyen de 15,6 % et avec ses 1 223 MW installés au 31 décembre 2018, soit 14 % de la puissance installée en métropole, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est une des régions françaises les plus dynamiques de la filière photovoltaïque.

Evolution de la puissance installée en PACA (source : ORECA)



En 2018, cette puissance a permis de produire 1,6 TWh d'énergie photovoltaïque, soit 16 % de la production nationale d'énergie photovoltaïque.



LES DISPOSITIFS DE SOUTIEN

• Les mécanismes de soutien

Pour le soutien au développement de l'énergie photovoltaïques, il existe deux modalités d'attribution de soutien :

- le guichet ouvert, qui ouvre pour toute installation éligible un droit à bénéficier d'un soutien ;
- les procédures de mise en concurrence, qui prennent la forme d'appels d'offres et où le soutien n'est attribué qu'aux seuls lauréats de ces procédures.

Les appels d'offres, publiés par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) relatifs à l'installation et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire se distinguent (en 2018) selon les types d'installations suivantes :

- Centrales sur bâtiments, serres et hangars agricoles et ombrières de parking de puissance comprise entre 100 kWc et 8 MWc ;
- Centrales au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 30 MWc ;
- Installations de production d'électricité innovantes à partir de l'énergie solaire ;
- Installations de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables en autoconsommation.

Les installations de production d'électricité bénéficiant d'un contrat d'obligation d'achat ou de complément de rémunération, conclu soit en application d'un arrêté tarifaire, soit dans le cadre d'un appel d'offres public peuvent faire l'objet d'un contrôle (voir annexe 2).

• Les mécanismes de rémunération

L'obligation d'achat

Dans le cadre de l'obligation d'achat, tout kilowattheure injecté sur le réseau public est acheté par un acheteur obligé à un tarif d'achat, fixé à l'avance.

Suite à la parution du décret 2016-682 daté du 27 mai 2016 sur les installations bénéficiant du complément de rémunération, les tarifs d'achat se limitent désormais aux installations photovoltaïques sur bâti et ombrières d'une puissance inférieure à 100 kWc et aux installations sur bâti de puissance comprise entre 100 et 500 kWc lauréates de l'appel d'offre bâti 2016.

L'arrêté tarifaire se substituant à l'arrêté du 4 mars 2011 a été publié le 10 mai 2017. Deux tarifs d'achat sur 20 ans ont été définis, l'un pour des $P < 9$ kWc et l'autre pour 9 kWc $< P < 100$ kWc. Il distingue les installations vendant la totalité de l'électricité produite et les installations autoconsommant une partie de l'électricité.

Le complément de rémunération

Le complément de rémunération, introduit par la LTECV et précisé par le décret 2016-682 du 27 mai 2016, consiste en une prime versée mensuellement au producteur d'électricité titulaire d'un contrat de complément de rémunération avec EDF, les Entreprises Locales de Distribution (ELD) ou des organismes agréés. Cette prime est proportionnelle à l'énergie produite et égale à la



différence entre un tarif de référence et un prix de marché de référence. Ce dispositif vient ainsi compléter le revenu de la vente directe d'électricité produite sur le marché.

Synthèse

Filière	Guichet ouvert avec tarif d'achat (arrêté)	Appel d'offres avec tarif d'achat	Appel d'offres avec prime de complément de rémunération
Centrale au sol	Supprimé	Supprimé	500 kWc < P < 30 MWc
Centrale sur bâti	P < 100 kWc	100 kWc < P < 500 kWc	500 kWc < P < 8 MWc
Ombrière de parking	P < 100 kWc	100 kWc < P < 500 kWc	500 kWc < P < 10 MWc

● Cadre de soutien régional au PV : autoconsommation et raccordé réseau

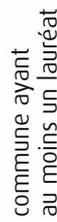
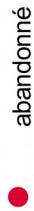
Afin de soutenir l'autoconsommation, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur a lancé l'appel à projets « SMART PV », dont l'édition 2016-2017 permettra l'installation de 3,7 MWc de puissance photovoltaïque sur la région. Les installations éligibles sont celles d'une puissance supérieure à 10 kWc. Cet appel à projets a été réitéré en 2017-2018 et devrait être reconduit annuellement.

À l'instar du dispositif de soutien à l'autoconsommation, un dispositif de soutien au fil de l'eau pour les installations photovoltaïques raccordées au réseau dont la puissance est comprise entre 10 et 100 kWc a été acté. Les projets éligibles devront notamment inclure une composante d'efficacité énergétique. Afin de favoriser le déploiement du PV en toiture, une bonification est octroyée pour les projets dits « grappes PV »⁹.

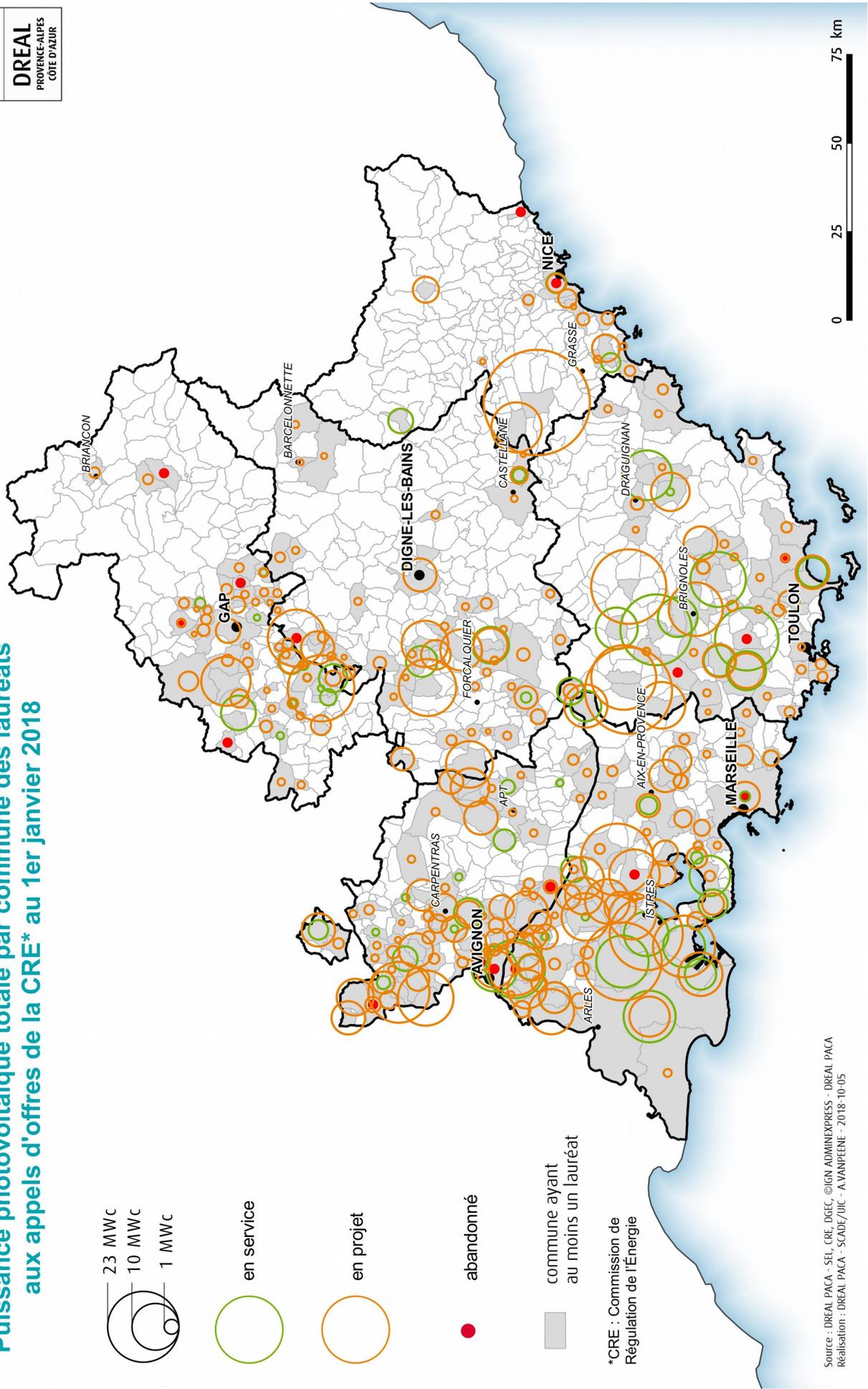
⁹ Une grappe solaire est la réalisation de plusieurs toitures photovoltaïques de tailles différentes sur différents bâtiments sur un même territoire



Puissance photovoltaïque totale par commune des lauréats aux appels d'offres de la CRE* au 1er janvier 2018



*CRE : Commission de Régulation de l'Énergie



Source : DREAL PACA - SEL, CRE, DGE, ©IGN ADMINEXPRESS - DREAL PACA
Réalisation : DREAL PACA - SCADE/JUC - A.VANPEENE - 2018-10-05

OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DU PHOTOVOLTAÏQUE EN FRANCE ET EN PACA

Le 21 juin 2018, le Parlement européen et le Conseil européen ont acté la révision de la directive « Énergies renouvelables », fixant un objectif de 32 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique européen en 2030.

Contexte national

Loi de Programmation fixant les Orientations de la Politique Énergétique (POPE) : 10 % d'ENR en 2010

Grenelles 1 et 2 : 23 % de la consommation énergétique finale doit provenir d'énergies renouvelables en 2023

Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TECV) : 32 % de la consommation finale produite par des EnR et 40 % d'électricité EnR en 2030

Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) : 10 200 MW fin 2018 et entre 18 200MW et 20 200MW fin 2023

Plan Climat National : triplement des objectifs de développement du PV

Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) : 20 600 MW fin 2023 et entre 35 600 et 44 500 MW fin 2028

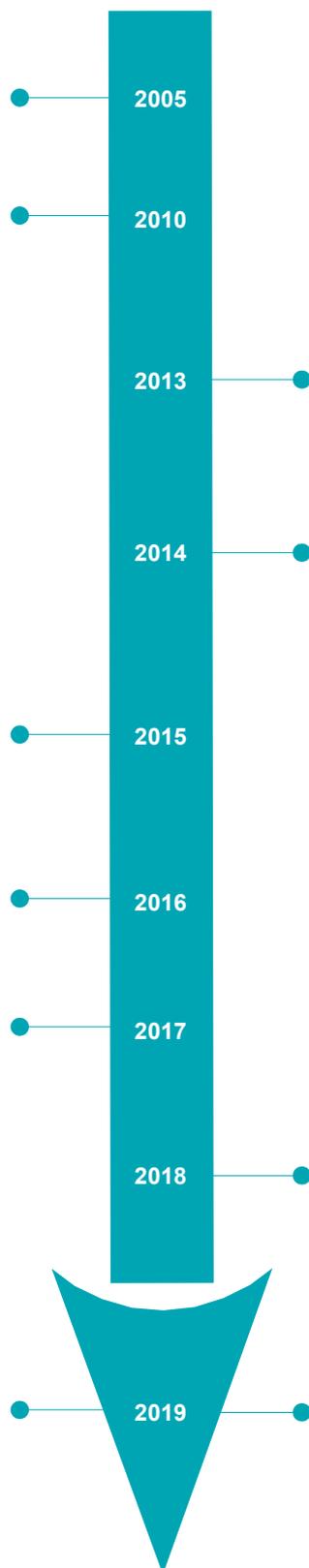
Contexte de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

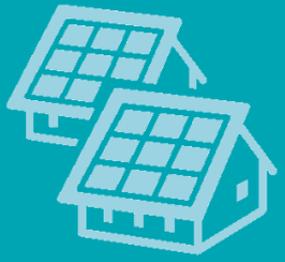
Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) :
 Objectif 2020 : 2 760 MW (50 % sur toiture et 50 % au sol)
 Objectifs 2030 : 5 280 MW (dont 680 MW sur toiture et 2 600 MW au sol)

Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM) : la Région devient chef de file pour l'énergie

Plan Climat Régional : 100 % EnR disponibles en 2050 (axe 2) et multiplier par deux le nombre de parcs photovoltaïque d'ici 2021, en privilégiant les bâtiments délaissés, toitures et parkings (action 26)

Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) : 8 316 MW en 2023, 11 730 MW en 2030 et 46 852 MW en 2050





2 | EN PRIORITÉ, LE PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURES ET OMBRIÈRES DE PARKING

INTRODUCTION

Dans le cadre des ambitions françaises en matière de développement des énergies renouvelables, le photovoltaïque est l'une des principales filières qui va devoir accélérer son développement en s'appuyant notamment sur les dispositifs de soutien qui ont été renforcés. En effet, les volumes appelés dans le cadre des appels d'offres trisannuels ont été augmentés et permettent une visibilité pour les années à venir.

Le photovoltaïque sur toiture en Provence-Alpes-Côte d'Azur est dans une dynamique de développement importante :

Les résultats des derniers appels d'offres lancés par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) et portant sur le solaire photovoltaïque sur toitures mettent en exergue une dynamique particulièrement importante en région PACA :

- 44 % de la puissance totale retenue au niveau national pour les installations sur toitures supérieures à 250 MW de l'AO 2014 dit « CRE-3 » concerne les projets lauréats en PACA ;
- 20 % du nombre total des projets lauréats à l'appel d'offres 2017 « installation en autoconsommation » sont en PACA.

La dynamique doit s'accroître en intégrant les enjeux et objectifs de développement régionaux :

Pour répondre à l'impérieuse nécessité d'accélérer le développement des énergies renouvelables, dans un contexte de pression accrue sur le foncier et de préservation des enjeux environnementaux, la contribution régionale au développement du solaire photovoltaïque doit s'exprimer en priorité par la mobilisation maximale du potentiel sur les toitures ou les ombrières des parkings déjà existants. L'objectif est également de voir se développer des installations de haute qualité environnementale et paysagère adaptées à leur environnement et à la sécurité des citoyens.

Avec le soutien affirmé des pouvoirs publics !

Cette partie vise à présenter aux propriétaires de foncier ou de bâtiments (industriels, tertiaires et collectivités) les informations de base et exemples de projets qui peuvent leur permettre d'envisager de développer des projets d'installations photovoltaïques.



TYPOLOGIE DU PHOTOVOLTAÏQUE SUR TOITURE

L'évolution des technologies photovoltaïques permet aujourd'hui d'envisager des installations adaptées à toute taille de toiture ou de parking et d'occuper les espaces déjà anthropisés en limitant les conflits d'usages.

Principaux secteurs propices au développement

Des installations individuelles sur maison ou parking particulier...

PV « individuel »
Jusqu'à 9 kWc

= 100 m² de
toiture

= 5 places de
parking



...aux installations de taille moyenne..

PV « collectif »
Jusqu'à 100 kW

= 1 000 m² de
toiture

= 50 places de
parking



...aux installations sur grands parkings ou grandes toitures

Jusqu'à plusieurs
MW

1MW = 10 000 m²
de toiture

1MW = 500 places
de parking



Les installations peuvent être réalisées sur différents types de bâtiments dans des secteurs d'activité très différents :

Secteur du bâtiment/logement

- Toitures d'habitation, maisons individuelles
- Bâtiments collectifs
- Copropriétés



Collectivités territoriales et État

- Ombrières de parking
- Toitures des écoles/collèges/lycées/universités
- Bâtiments administratifs



Secteur commercial et de loisir

- Toiture de centre commercial/entrepôt
- Ombrière sur parking
- Installations de loisirs (piscine, patinoire...)



Secteur industriel (ICPE ou non)

- Entrepôt
- Aire de stockage
- Ombrière sur parking



Secteur agricole

- Toitures de hangar agricole
- Toitures d'habitation
- Sous réserve, les serres photovoltaïques ¹⁰



Pour les petites installations sur maisons individuelles, l'ADEME met à la disposition du public un guide pour accompagner les particuliers dans leur projet :

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-electricite-solaire.pdf>

Également, la région Nouvelle-Aquitaine et l'ADEME ont financé un guide d'intégration du photovoltaïque dans une opération de logement social, disponible sur le site du Centre Régional des Energies Renouvelables (CRER) au lien suivant :

<http://www.crer.info/news/47/122/Guide-Photovoltaïque-Logement-Social.htm>

¹⁰ Le sujet des serres photovoltaïques est traité séparément dans la partie 3 du cadre régional



OPPORTUNITÉ DE PROJET

Chaque projet va reposer sur des développements techniques différents en fonction de la nature du bâti, de l'activité exercée dans le bâtiment ou sur la zone de parking.

Une installation photovoltaïque reste assujettie à un ensemble de contraintes techniques, économiques et juridiques, ainsi que d'enjeux environnementaux qui doivent être anticipés dès la genèse du projet.

Ainsi, ce document vise à présenter les principaux critères permettant d'identifier si une toiture (ou un parking) est compatible avec une installation de production d'énergie photovoltaïque, tout en étant économiquement intéressante et énergétiquement pertinente.

Des exemples de réalisations sur le territoire de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur figurent en annexe 3.



Afin d'envisager les possibilités d'aménagement, un certain nombre de critères techniques sont à étudier afin de vérifier les conditions de faisabilité du projet. Les principaux paramètres à prendre en compte sont :

- **L'orientation des panneaux**

L'implantation des panneaux doit être étudiée en tenant compte des masques plus ou moins proches de l'installation. Le choix de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux impactera le rendement de l'installation (cf. tableau ci-après).

	0° 	30° 	60° 	90° 
Est	-7 %	-10 %	-22 %	-45 %
Sud-est	-7 %	-4 %	-12 %	-34 %
Sud	-7 %	0 %	-9 %	-32 %
Sud-ouest	-7 %	-4 %	-12 %	-34 %
Ouest	-7 %	-10 %	-22 %	-45 %

- **La portance de la toiture**

Matériel	Charge en kg/m ²
Modules PV	11-12
Bac acier éventuel (sur toits)	7
Structures annexes (rails, visserie,...): ²	2-4
Surcharge maximale pour une installation PV	20-23

- **L'accessibilité**

La toiture doit pouvoir être accessible : en phase travaux et en phase d'exploitation (pose éventuelle de gardes corps, ligne de vie, etc).

- **Le raccordement**

Le coût du raccordement au réseau, lorsque la distance de connexion au réseau est importante, peut être structurant dans la définition du projet. À ce jour, la limite de rentabilité estimée est à 1 km/MW installé.



• Le calendrier de réalisation d'un projet

Une installation PV s'intègre souvent dans les opérations suivantes :

- Opérations de réhabilitation de toitures existantes ou de mise aux normes (toiture amiantée, etc.) ;
- Couvertures nouvelles qui apportent un service supplémentaire (service client pour l'ombrage de parking d'un centre commercial, protection d'un stockage pour les industriels, etc.) ;
- Bâtiments nouveaux visant à réduire leur empreinte énergétique.

• Disponibilité de la toiture ou de l'emprise

Une centrale photovoltaïque a une durée de vie de 20-30 ans (20 ans correspond en moyenne à la durée des soutiens accordés à la production d'électricité par les appels d'offres de la CRE), ce qui immobilise d'autant la zone concernée et peut bloquer le développement d'autres projets liés à l'activité sur cette emprise pendant la période d'exploitation de l'installation photovoltaïque.

• Quelques ordres de grandeurs

Puissance installée par m² de toiture :

- a-Si : 70 Wc/m² ¹¹
- p-Si : 170 Wc/m² ¹²
- m-Si : 200 Wc/m² ¹³
- Ombrières parking : environ 2,2 kW / place

Productivité :

- Optimum en région sud : 1 320 kWh/kWc/an
- Optimum en région nord : 950 kWh/kWc/an

Ratios d'investissement¹⁴ :

- Toitures : entre 1 et 2 € HT/Wc
- Ombrières : entre 1,5 et 2 € HT/Wc

11 a-Si : silicium amorphe

12 p-Si : Silicium polycristallin (près de 80 % du marché)

13 m-Si : Silicium monocristallin

14 Attention, pour les petites installations (inférieures à 100kWc), les ratios peuvent être plus élevés et atteindre des valeurs autour de 2,5 € HT/Wc)



• Concernant l'urbanisme

Il convient de consulter la réglementation locale avant tout projet nécessitant une autorisation d'urbanisme¹⁵ : le projet doit être cohérent avec le Schéma de Cohérence Territorial (SCoT) ainsi qu'au Plan Local d'urbanisme intercommunal (PLUi) ou au Plan Local d'urbanisme (PLU) ou ancien Plan d'Occupation des Sols (POS), à la Carte Communale ou, à défaut, au Règlement National d'Urbanisme (RNU).

[Extrait de la Loi Biodiversité en milieux urbain et péri-urbain](#) ;

Article 86 : « Pour les projets mentionnés à l'article L. 752-1 du code de commerce [création, extension, réouverture après 3 ans d'un magasin de commerce de détail d'une surface de vente supérieure à 1000 m²] est autorisée la construction de nouveaux bâtiments uniquement s'ils intègrent sur tout ou partie de leurs toitures, et de façon non exclusive, soit des procédés de production d'énergies renouvelables, soit un système de végétalisation [...] ».

Dans le cas de constructions nouvelles, le dimensionnement du bâtiment devra être cohérent avec l'usage visé. Notamment, concernant les hangars agricoles, des critères permettant de qualifier la surface bâtie en fonction de l'usage agricole futur pourront être demandés et analysés dans le cadre d'une Commission Départementale de la Préservation des Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers lors de l'instruction du permis de construire¹⁶.

• Concernant la protection paysagère

De manière générale, l'installation de panneaux photovoltaïques sur toiture n'est pas recommandée en site classé.

Dans les sites inscrits, les installations sur toitures et ombrières doivent obtenir une autorisation spécifique intégrant des sujétions particulières, notamment sur :

- la couleur des installations (ex :couleurs et types de matériaux utilisés pour les structures porteuses...);
- la forme du projet et son intégration dans son environnement (co-visibilité avec monuments...); un pré-avis du projet avec les ABF et le service « paysages » de la DREAL est recommandé.

• Concernant la sécurité incendie

Pour les établissements recevant du public (ERP), l'arrêté du 25 juin 1980 est en vigueur. Le porteur de projet doit avoir l'avis de la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises (DGSCGC) qui a repris les missions de la Commission Centrale de Sécurité (CCS).

Il est nécessaire de transmettre pour avis un dossier au service de prévention du service d'incendie et de secours (SDIS) territorialement compétent.

De manière générale, toutes les dispositions doivent être prises pour éviter aux intervenants tout risque de choc électrique au contact d'un conducteur actif de courant continu sous tension (système de coupure d'urgence au plus près de la chaîne PV, si câbles de courant continu cheminant à l'intérieur du bâtiment → cheminement coupe feu dans un délai de 30 min minimum).

¹⁵ Deux sources d'information : la mairie ou le géoportail de l'urbanisme (<https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/>)

¹⁶ Pour les hangars agricoles, les DDT des Alpes-de-Haute-Provence et des Hautes-Alpes mettent à disposition des porteurs de projet une grille d'analyse qu'il est demandé d'annexer à la demande de permis de construire



Réglementation

P
U
I
S
S
A
N
C
E

250 kWc

Code de l'urbanisme

Déclaration préalable :

- sur toiture existante,
- ombrière de parking,
- ...

Permis de construire :

- nouvelle construction
- ...

Avis ABF :

- installation en site inscrit,
- installation en site classé,
- installation en site patrimonial remarquable,
- ...

Code de l'environnement

A partir de 250 kWc :
étude d'impact au cas par cas pour les ombrières

Code de l'environnement

Si Intégration sur un bâtiment existant faisant l'objet d'une classification ICPE :

- L'exploitant ICPE soumis à autorisation ou enregistrement doit informer le préfet des modifications notables envisagées ;
- Respect des prescriptions de l'arrêté ICPE PV du 25 mai 2016.

Code de l'énergie

Problématique du raccordement :

- Réseau ENEDIS < 12MW : consultation par le maître d'ouvrage des communes, des gestionnaires, des domaines publics, et des services publics concernés par le projet

• Définition d'un usage adapté pour un projet de qualité

L'usage de la production électrique

L'électricité produite par les panneaux photovoltaïques peut se valoriser de plusieurs façons :

- en injection réseau ;
- en autoconsommation totale ;
- en autoconsommation avec vente de surplus ;
- en autoconsommation collective (depuis 2016 et l'ordonnance « autoconsommation »).

L'autoconsommation est particulièrement adaptée à l'industrie et au secteur tertiaire (centres commerciaux, entrepôts logistiques, etc) pour lesquels le maximum de consommation électrique est concomitant avec la production photovoltaïque.

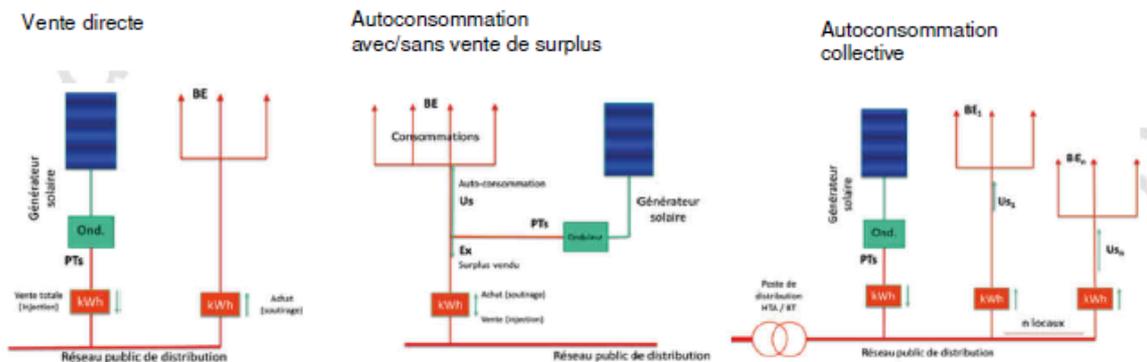


Illustration 1 : Différents usages pour la production photovoltaïque

Les facteurs de réussite

- Étude de potentiel et d'ensoleillement réalisée en amont (solidité toiture, ensoleillement, etc) par un bureau d'étude RGE ;
- Éviter le surdimensionnement, notamment pour l'autoconsommation : le profil énergétique du consommateur doit être analysé finement sur l'ensemble d'une année de consommation ;
- Contractualisation de la location assurée par un organisme spécialisé (assurance, juriste) détaillant les rôles et responsabilités de chacun des acteurs.

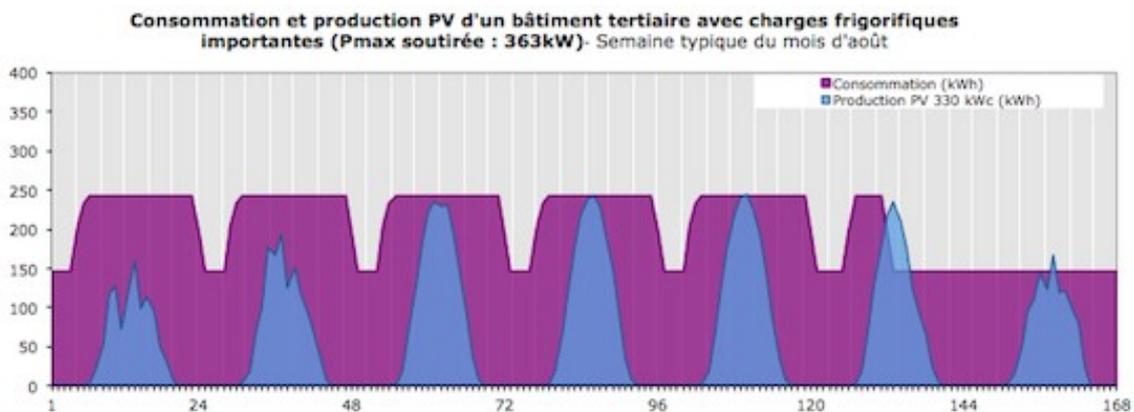


Illustration 2 : Profil consommation / production PV idéal pour une entreprise tertiaire



• Coûts et dispositifs de soutien

Modèle économique

La plupart des porteurs de projets proposent aux propriétaires de bâtiment (collectivités, privés, etc) une redevance pour la mise à disposition de leur toiture et s'occupent intégralement de la partie photovoltaïque, de la conception jusqu'à l'exploitation. La majorité des porteurs de projets s'assurent, pour les gros projets, une rentabilité en postulant aux appels d'offres de la CRE qui leur garantissent un tarif d'achat de l'électricité à un prix garanti pendant 20 ans. Les bénéfices réalisés grâce à la vente de l'électricité produite permettent de rémunérer les parts chaque année (dividendes), ou lors du retrait du capital (valorisation des parts).

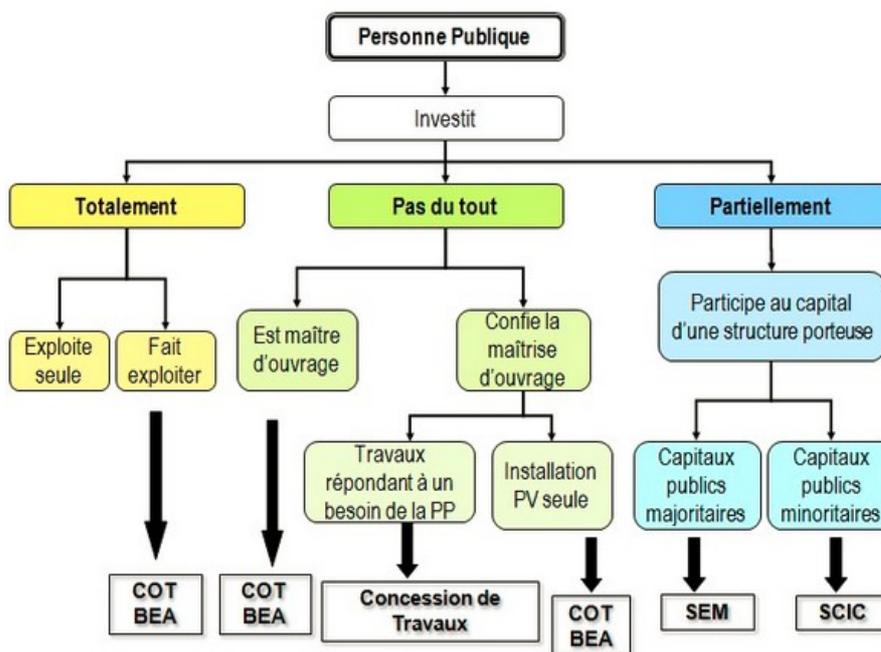


Illustration 3 : Différents types d'investissement pour une collectivité

Financements et investissements

Pour participer à l'investissement, un acteur privé peut choisir de prendre des parts ou des comptes courants dans l'entreprise maître-d'ouvrage. En cas de projet citoyens (financement participatif), un fond est géré par un gestionnaire spécifique et récolte les épargnes. Ce montage permet d'avoir un unique interlocuteur entre l'entreprise (maître d'ouvrage du système PV) et les multiples investisseurs, tout en permettant aux épargnants d'investir sans gestion de leur investissement.

Montage juridique d'un projet

De nombreux acteurs peuvent entrer dans le montage : le propriétaire du bâtiment ou du parking, le constructeur, l'exploitant, le gestionnaire de réseau.

Concernant la mise à disposition, on peut distinguer :

- les bâtiments situés dans le domaine public (voir illustration 3) : l'autorisation d'occupation temporaire (AOT) avec ou sans droit réel, le bail emphytéotique administratif ;
- les bâtiments dans le domaine privé : le bail administratif commun, le bail à construire, le bail commercial, la concession de travaux.

Ces documents doivent préciser les responsabilités de chaque entité, notamment en cas d'annulation d'un projet (non lauréatisation aux AO de la CRE, contentieux, etc).

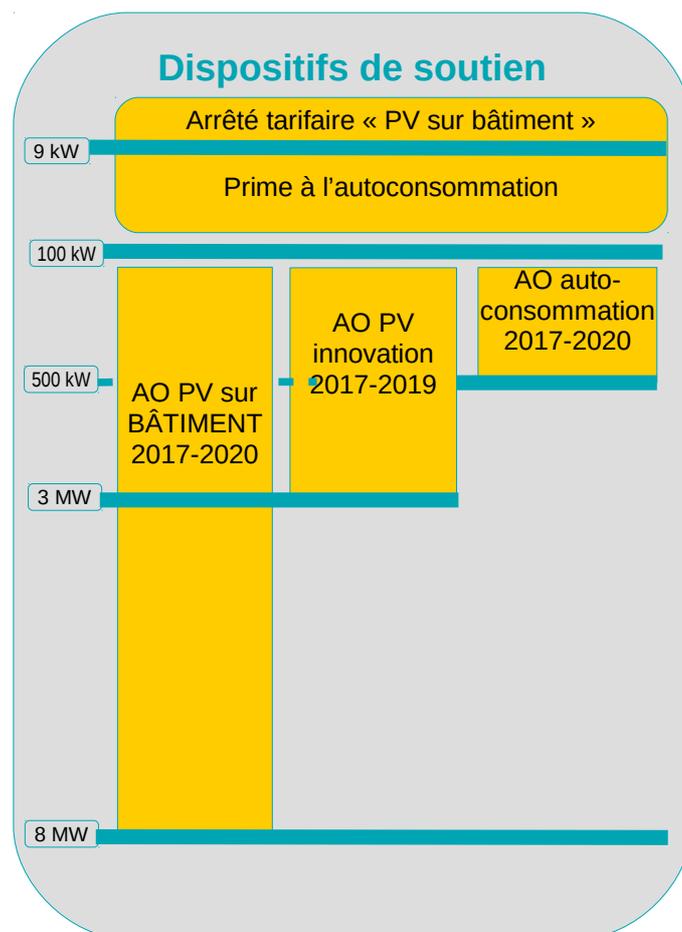
• Ordres de grandeur d'une centrale photovoltaïque

Principaux dispositifs d'aide

Depuis 2016, le dispositif de soutien est basé :

- sur un tarif d'achat pour les installations inférieures à 100 kWc ;
- sur des appels d'offres lancés par la commission de régulation de l'énergie et qui ouvre droit à un complément de rémunération pour les installations supérieures 100 kWc.





Concernant les coûts

Le coût d'une installation se répartit principalement entre l'achat des modules PV (poste le plus important), le renforcement des structures porteuses, le raccordement et les systèmes électriques (onduleurs, etc).

Le coût du poste « structure » est, au contraire des autres postes, éminemment variable en fonction de l'état de la structure existante et conditionne donc la rentabilité d'un projet.

Exemple d'un projet de hangar photovoltaïque de 250 kWc (±1 800 m ² au sol)			
Raccordement	45 000 €	0,18 €/Wc	10 %
Modules	135 000 €	0,54 €/Wc	30 %
Coûts électriques (transformateurs, onduleurs, ...)	90 000 €	0,36 €/Wc	20 %
Structures	112 500 €	0,45 €/Wc	25 %
Frais développement, financiers et légaux	67 500 €	0,27 €/Wc	15 %
Total	450 000 €	1,8 €/Wc	100 %



Référentiel national

Site du ministère de l'environnement Site du CGEDD/Statistiques SOES

Statistiques nationales, régionales et départementales de développement des installations EnR

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/energie-climat/966.html>

Site de l'ADEME

Médiathèque regroupe des avis, ouvrages et guides thématiques

<https://www.ademe.fr/mediatheque>

Site Photovoltaïque.info

Site de référence pour l'information et la méthodologie de projets

<http://www.photovoltaique.info/>

Référentiel territorial

Documents de planification

SRADDET

→ Objectifs et règles de production d'EnR en région en 2023, 2030 et 2050.

S3REnR

→ Objectifs d'extension par RTE du réseau pour les énergies renouvelables.

Doctrines départementales

Voir annexe 2

Projets résidentiels

Site du Groupement des Particuliers Producteurs d'Electricité Photo (GPPEP)

Association pour les particuliers

<http://www.gppep.org/>

Agences locales de l'énergie et du climat

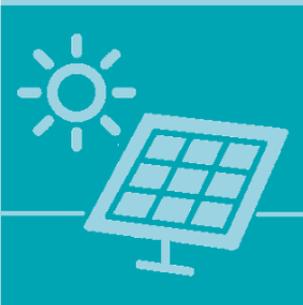
<http://www.alecmetropolemarseillaise.fr/>

Grands projets

Site d'information de la DREAL PACA

Référentiel d'information sur la filière solaire PV (réglementation, outils, ...)

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/part-enr-a9916.html>



3 | SELON CERTAINES CONDITIONS, LE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL

INTRODUCTION

Les objectifs en matière d'énergies renouvelables et plus particulièrement ceux concernant l'énergie photovoltaïque amènent à un sursaut de développement de la filière. Ce développement doit néanmoins se faire en lien avec les autres enjeux du territoire, notamment ceux de préservation du patrimoine naturel.

Ainsi, pour passer des 1 223 MW de puissance photovoltaïque installée en 2018¹⁷ aux 11 730 MW ciblés pour l'année 2030 dans le projet de SRADDET, l'installation de parcs au sol plutôt qu'en toiture présente aujourd'hui l'avantage de pouvoir produire davantage et à des coûts plus compétitifs. Toutefois, la consommation d'espace qui en résulte (entre 1 à 2 ha par MW installé) est souvent source de conflit avec les autres enjeux prioritaires tels que le maintien de la biodiversité et des continuités écologiques, la préservation des terres agricoles, des espaces forestiers et des paysages (voir annexe 4).



Centrale photovoltaïque au sol

C'est pourquoi **le développement du solaire photovoltaïque doit se faire en priorité sur les bâtiments et les terrains anthropisés et éviter les espaces naturels, forestiers et agricoles.**

Concernant le photovoltaïque dit « au sol », la région a connu un essor sans précédent des projets ces dernières années. C'est ainsi que, depuis la mise en place des appels d'offres instruits par la CRE, 1054 MWc de projets photovoltaïque au sol ont été lauréats en Provence-Alpes-Côte d'Azur, représentant, en termes de puissance, la quasi-totalité des projets lauréats de la région (1069 MWc).

Modèle économique du photovoltaïque au sol

La plupart des porteurs de projets proposent aux propriétaires de terrains (collectivités, propriétaires privés...) une redevance (bail emphytéotique) pour la mise à disposition de leur terrain et s'occupent intégralement de la partie photovoltaïque, de la conception jusqu'à l'exploitation.

Pour la quasi-totalité des porteurs de projets, la rentabilité est assurée en postulant aux appels d'offres de la CRE qui leur garantissent un niveau minimal de rémunération pendant 20 ans.

Afin d'intégrer au mieux les différents enjeux liés aux territoires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, cette partie vise à donner les clés d'entrée pour la bonne réalisation d'un projet photovoltaïque au sol.

¹⁷ Puissance installée au 31 décembre 2018 (source : RTE)



CADRE RÉGIONAL D'IMPLANTATION

Les implantations au sol doivent en premier lieu privilégier les espaces déjà anthropisés et souvent difficilement utilisables pour d'autres usages. La recherche de ce type d'espaces peut permettre de développer du solaire au sol tout en reconquérant des espaces dégradés : le bénéfice est donc double et le projet d'autant plus acceptable. Ce type d'espaces est largement privilégié par la CRE et facilite la justification du projet lors de l'étude d'impact (voir les annexes 5 et 5 bis).

• La recherche du foncier

La recherche de sites favorables est le principal défi auquel doivent faire face les porteurs de projet photovoltaïque.

La recherche doit impérativement se faire au niveau des documents d'urbanisme intercommunaux : schémas de cohérence territoriale (SCoT) et plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi). **C'est en effet à ces échelles larges que l'identification des zones de moindre enjeux environnementaux, agricoles, forestiers et paysagers est pertinente.** Cette identification doit donc être anticipée par les élus qui doivent élaborer ou réviser leur document pour définir finement les secteurs et conditions d'implantation du photovoltaïque, c'est-à-dire planifier le développement des énergies renouvelables sur leur territoire.

Les zones à privilégier

Comme énoncé en introduction, les élus et les porteurs de projet doivent se diriger préférentiellement vers :

Les sites anthropisés dégradés ou pollués :

- Friches industrielles ou militaires ;
- Anciennes carrières sans obligation de réhabilitation agricole, paysagère ou naturelle ;
- Anciennes décharges réhabilitées présentant des enjeux limités en termes de biodiversité ou de paysage ;
- Sites pollués ;

Les sites non utilisables pour d'autres usages :

- Espaces ouverts en zones industrielles ou artisanales (parkings, délaissés...) ;
- Délaissés routiers, ferroviaires et d'aérodromes ;
- Zones soumises à aléa technologique ;
- Plans d'eau artificialisés (cas du PV flottant) n'ayant pas d'autres vocations (eau potable, navigation, zone de pêche, zone de loisirs, stockage avec lâchage d'eau de barrage hydroélectrique, zone de remplissage des hélicoptères et écopage des canadais).



Les zones à écarter

L'implantation dans **les espaces forestiers, agricoles ou naturels** ne pourra être envisagée qu'aux conditions cumulatives suivantes :

- d'avoir examiné les possibilités foncières à la bonne échelle (au niveau du SCoT ou PLUi) ;
- s'être assuré, selon une analyse multi-critères, de l'absence de faisabilité du projet en espace déjà anthropisé ;
- sous réserve du faible impact environnemental et paysager (voir « Grille de sensibilité ») du projet et en analysant le plus faible impact par comparaison avec des sites alternatifs.

Les espaces agricoles, notamment cultivables ou utilisables pour des troupeaux d'élevage, n'ont pas vocation à accueillir des parcs photovoltaïques. Leur utilisation est fortement déconseillée et ne pourra être envisagée que sous réserve de vérifier qu'il s'agit de terres non cultivables et sans enjeux environnementaux. À noter une prééminence de cet enjeu dans les départements des Alpes-de-Haute-Provence, du Var et du Vaucluse.

Les espaces forestiers, comme les espaces agricoles, n'ont pas vocation à accueillir des parcs photovoltaïques. Avec ou sans gestion et exploitation forestière (ou cynégétique), ils présentent souvent des enjeux en termes de paysage et de biodiversité, y compris dans le maintien de continuités écologiques. Outre ces fonctions écosystémiques, la forêt a vocation à rendre d'autres services environnementaux (dans l'hydraulique du bassin versant, le cycle de l'eau, en tant que puits de carbone...), et elle peut aussi assurer un rôle d'accueil du public et dans la protection des biens et des personnes contre certains risques naturels.

La mise à disposition du foncier public

Concernant les communes qui mettent à disposition du foncier via des baux emphytéotiques, l'**ordonnance n°2017-562 du 19 avril 2017** qui est entrée en vigueur le 1er juillet 2017 modifie le Code général de la propriété des personnes publiques (CG3P), et plus précisément les conditions dans lesquelles l'occupation ou l'utilisation privative du domaine public peuvent être autorisées. Cette ordonnance vient modifier le mode opératoire pour la mise à disposition par une collectivité de ses terrains et toitures pour l'exploitation d'installations PV en imposant à l'autorité compétente **d'organiser une procédure de sélection préalable comportant des mesures de publicité permettant aux candidats potentiels de se manifester**. Très spécifiquement, l'ordonnance indique que lorsque le titre d'occupation est délivré à la suite d'une manifestation d'intérêt spontanée, **la collectivité doit s'assurer au préalable par une publicité suffisante, de l'absence de toute autre manifestation d'intérêt concurrente**. De plus, la durée des Autorisations d'Occupation Temporaire (AOT) doit désormais être déterminée en fonction « de l'amortissement des investissements » réalisés par l'occupant, en vue d'assurer « une rémunération équitable et suffisante des capitaux investis ».

La mobilisation du foncier

Lorsqu'un espace est identifié pour accueillir une installation photovoltaïque, il convient que sa mobilisation soit maximisée en cohérence avec les enjeux identifiés. Ceci a pour objectif d'optimiser la puissance installée sur les zones à privilégier.



• Cohérence avec les documents de planification

Au niveau du SCoT

Le schéma de cohérence territoriale (SCoT) est la bonne échelle pour favoriser une démarche globale d'aménagement et définir les conditions d'implantation des parcs photovoltaïques en fonction d'arguments techniques, socio-économiques et environnementaux (paysage, milieux naturels, risques, etc).

Il peut localiser, sur la base de pré-diagnostic environnementaux, agricoles et forestiers les zones d'implantations potentielles, puis évaluer leurs impacts à une échelle pertinente.

Les documents d'urbanisme communaux (PLU) pourront ainsi, conformément aux préconisations des SCoT, préciser les secteurs susceptibles d'accueillir de tels projets après une analyse locale plus fine des impacts environnementaux (biodiversité et paysage).

Si le secteur n'est pas précisément identifié, le projet photovoltaïque doit rester compatible avec le Schéma de Cohérence Territorial.

Au niveau du PLU(i)

- Les zones U (urbaines) et AU (à urbaniser)

Les parcs photovoltaïques sont autorisés dans les zones U et AU, sous réserve d'une analyse de l'usage le plus approprié du sol (ENR, logements, commerces, etc) et sauf interdiction explicite dans le règlement du PLU. Si le règlement interdit les parcs photovoltaïques, un travail devra être réalisé avec la collectivité compétente pour envisager une évolution du document d'urbanisme. Ce travail devra notamment permettre de s'assurer qu'aucun enjeu rédhibitoire n'existe sur le site du projet.

- Les zones A (agricoles) et N (naturelles)

De nombreux règlements de zones N et A autorisent les « constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif ». Cette notion s'applique aux parcs photovoltaïques mais n'est pas un élément suffisant pour autoriser ces derniers. Il conviendrait de démontrer que l'implantation d'un parc photovoltaïque répond à une nécessité énergétique incontournable, et qu'aucun autre emplacement n'est possible à l'échelle de l'intercommunalité. Pour bénéficier des appels d'offres de la CRE, le projet devra aussi répondre aux critères du cas 2 du cahier des charges sur la période 2016-2020 (détaillé dans la partie « éligibilité aux appels d'offre de la CRE »).

Au niveau du PCAET

Le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET), obligatoire pour tous les EPCI de plus de 20 000 habitants, est « l'outil opérationnel de coordination de la transition énergétique sur le territoire » (articles R229-51 et suivants du code de l'environnement). Ainsi, les collectivités et porteurs de projets photovoltaïques sont parties prenantes de l'élaboration et de la mise en œuvre de la stratégie et du plan d'actions du plan climat en matière de développement des énergies renouvelables. Par exemple, un plan climat peut définir les orientations stratégiques pour le développement des énergies renouvelables dans les documents d'urbanisme, ou prévoir la réalisation d'un schéma de développement ou encore réaliser un cadastre solaire.



● Anticiper les enjeux des projets lors des « guichets uniques PV »

En lien avec les services de la préfecture concernée, plusieurs DDT(M) [04, 05, 13, 83, 84] ont mis en place un « guichet unique photovoltaïque » qui vise à proposer aux collectivités et porteurs de projets en amont de leur démarche un échange sur les principales questions liées au projet (opportunité, enjeux environnementaux, agricoles, forestiers et d'urbanisme, choix techniques, etc) et à aborder les procédures à suivre et les contenus des dossiers de parcs photovoltaïques soumis à autorisation.

Les guichets uniques ont pour objectif d'examiner en amont les intentions de projets pour :

- informer plus rapidement le porteur de projet lorsqu'il apparaît qu'une intention de projet rencontrera vraisemblablement une impasse réglementaire, permettant ainsi d'éviter des études inutiles ;
- être plus rapide et efficace lorsque l'intention de projet semble opportune afin que le porteur de projet puisse réaliser ses études et son projet conformément aux doctrines départementales d'implantation.

Certaines DDT(M) ont également élaboré des doctrines départementales d'implantations des parcs photovoltaïques au sol avec une déclinaison plus fine des enjeux territoriaux :

Doctrine de la DDT des Alpes-de-Haute-Provence :

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-doctrines-relatives-aux-projets-d-a8601.html>

Doctrine de la DDTM des Bouches-du-Rhône :

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-doctrines-relatives-aux-projets-d-a8601.html>

Doctrine de la DDTM du Var :

www.var.gouv.fr/photovoltaïque-r285.html

Doctrine de la DDT du Vaucluse :

www.vaucluse.gouv.fr/le-photovoltaïque-en-vaucluse-a11824.html

Un recensement cartographique des projets de parcs solaires photovoltaïques au sol a été réalisé par certaines DDT(M), permettant ainsi de suivre plus précisément l'évolution de cette filière sur le territoire et l'état d'avancement des projets.



GRILLE DE SENSIBILITÉ

En complément des principes énoncés ci-avant dans le cadre régional d'implantation, cette grille de sensibilité vise à hiérarchiser les enjeux territoriaux à l'égard de la planification et de l'aménagement d'un projet de parc photovoltaïque selon quatre classes :

- **Zones rédhitoires** : zones pour lesquelles au moins une disposition législative ou réglementaire interdit l'implantation d'équipement photovoltaïque ;
- **Zones à fort enjeux** : zones d'intérêt remarquable, qui n'ont pas, a priori, vocation à accueillir un équipement photovoltaïque, même si aucune disposition législative ou réglementaire ne l'exclut catégoriquement. Une autorisation ne peut être envisageable que sous réserve:
 - d'une concertation approfondie entre le porteur de projet et les services instructeurs pour juger de l'opportunité du projet en termes d'aménagement du territoire ;
 - de la réalisation d'une évaluation des incidences approfondie, qui prenne en compte les effets cumulés, et qui présente les solutions de substitution et la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction ;
 - que les impacts environnementaux du projet puissent être compensés de façon satisfaisante.
- **Zones à enjeux modérés** : zones ne présentant pas d'enjeux forts identifiés, sur lesquelles l'implantation d'un équipement photovoltaïque est, *a priori*, possible sous réserve d'une analyse des incidences permettant de confirmer le caractère modéré des enjeux et de statuer sur la faisabilité du projet ;
- **Zones à privilégier** : zones sans enjeux identifiés telles que les sites artificialisés, dégradés ou pollués.

L'analyse du porteur de projet doit considérer la zone d'étude du projet, qui va au-delà de la zone directement modifiée par le projet et qui varie selon les thématiques environnementales (paysage, biodiversité, etc). Pour la biodiversité, cette variation est établie selon les espèces et habitats d'espèces susceptibles d'être impactés.

Bien que n'apparaissant pas dans le tableau ci-dessous, la vocation économique des espaces agricoles et forestiers doit également être prise en compte.

La majorité des zonages listés ci-dessous est accessible à partir de l'outil de cartographie interactive de la DREAL (GéoIDE) ou dans les documents spécifiques de gestion des espaces bénéficiant d'une protection réglementaire.

L'outil de cartographie interactive de la DREAL est disponible au lien suivant :

<http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/1131/environnement.map>

Dans le tableau suivant, un projet relevant de plusieurs items dans une même colonne, en particulier si ceux-ci sont de nature différente ou relèvent de thématiques distinctes (forêt, agriculture, urbanisme, biodiversité, risques naturels, patrimoine historique et paysage), doit alerter le porteur de projet et les services instructeurs quant à la difficulté accrue de le voir aboutir.



Zones rédhibitoires

- Espaces boisés classés (EBC)
- Réserves biologiques de l'Office National des Forêts (ONF)
- Forêts d'exception (label)
- Forêts de protection (RTM) – Restauration des terrains en montagne
- Bandes des 100 m (loi Littoral)
- Espaces naturels remarquables et espaces boisés significatifs (loi Littoral)
- Zones non situées en continuité de l'urbanisation existante (loi Littoral)
- Cœurs de parc national
- Arrêtés de protection de biotope
- Espaces naturels sensibles des conseils départementaux
- Terrains acquis par le conservatoire du littoral
- Terrains du Conservatoire Régional d'Espaces Naturels (CREN)
- Réserves naturelles nationales
- Réserves naturelles régionales
- Zones résultant de la mise en œuvre des mesures Éviter Réduire Compenser
- Éléments de la trame verte identifiés dans les documents d'urbanisme
- Risque inondation : zone dont le règlement du PPRI interdit l'installation de panneaux photovoltaïques (hors PV flottants)
- Risque incendie de forêt : zone dont le règlement du PPRIF interdit l'installation de panneaux photovoltaïques
- Sites classés
- Patrimoine mondial de l'UNESCO et zone tampon
- Monuments historiques et sites archéologiques
- Zone protégée par la DPA (directive paysagère des Alpilles)



Zones à forts enjeux

- Forêts à potentiel de production moyen à très fort (plus de 4 m³/ha/an)
- Forêt abritant des peuplements feuillus ou résineux anciens (présents depuis au moins la seconde guerre mondiale)
- Forêts ayant bénéficié de subvention ou support à des compensations forestières ou environnementales
- Boisements rivulaires ou de ripisylve
- Terres agricoles cultivables et irrigables
- Terres agricoles situées dans les départements où il existe une forte tension sur les terres agricoles
- Autres espaces dans les communes littorales que ceux situés dans les zones rédhibitoires
- Zones en discontinuité de l'urbanisation (loi Montagne)
- Corridors écologiques identifiés dans le schéma régional de cohérence écologique (annexé au SRADDET)
- Territoires de Parc naturel régional avec enjeux particuliers identifiés dans la charte
- Sites NATURA 2000 (zones spéciales de consercation [ZSC], zones de protection spéciale [ZPS])
- Habitats d'intérêt communautaire (Natura 2000)
- Réserves de biosphère
- Zones humides
- ZNIEFF de type I
- Espaces abritant une espèce ou un habitat d'espèces faisant l'objet d'un Plan National d'Actions (PNA) (en particulier les « zones de sensibilité majeure et notable » pour la Tortue d'Hermann et le **domaine vital** de l'Aigle de Bonelli, ...)
- Zones RAMSAR
- Zones tampon des réserves de biosphère
- Risque inondation : zone en aléa fort (carte d'aléa des PPRI ou des PAC « risques »)
- Risque incendie de forêt : zone en aléa fort ou élevé et zone en aléa moyen non défendable (avis SDIS et DDT [DFCI]) ou à moins de 50 m de la lisière forestière
- Sites inscrits
- Périmètres d'Opération Grand Site
- Sites patrimoniaux remarquables
- Abords de monuments historiques



<p>Zones à enjeux modérés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Espaces boisés issus de colonisation récente sur des sols pauvres et zones boisées ne permettant pas de valorisation potentielle par l'agriculture mécanisée et ne figurant pas dans une zone à enjeux rédhibitoires ou forts • Terres agricoles non irrigables situées dans les départements où il n'existe pas une forte tension sur les terres agricoles • Territoires de Parc naturel régional hors espaces identifiés par la charte • Zones d'adhésion de parc national • ZNIEFF de type II • Réservoirs de biodiversité identifiés dans le schéma régional de cohérence écologique (annexé au SRADDET) • Risque inondation : zone en aléa faible à moyen (carte d'aléa des PPRI ou des PAC « risques ») • Risque incendie de forêt : zone en aléa faible et zone en aléa moyen défendable (avis SDIS et DDT [DFCI]) ou éloignée de plus de 50 m de la lisière forestière
<p>Zones à privilégier</p>	<p>Toutes les zones sur lesquelles aucun enjeu n'est identifié, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anciennes carrières sans obligation de réhabilitation agricole, paysagère ou naturelle • Friches industrielles ou militaires • Anciennes décharges réhabilitées présentant des enjeux limités en termes de biodiversité ou de paysage • Sites pollués • Espaces ouverts en zones industrielles ou artisanales (parkings, délaissés...) • Délaissés routiers, ferroviaires et d'aérodromes • Zones soumises à aléa technologique • Plans d'eau artificialisés (cas du PV flottant) n'ayant pas d'autres vocations



- **Compatibilité avec les réglementations supra-communales**

La loi Littoral s'applique dans les départements des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes, des Bouches-du-Rhône, du Var

En vertu du code de l'urbanisme (articles L.121-1 et suivants), les parcs photovoltaïques ne peuvent pas être implantés dans les coupures d'urbanisation, ni dans les espaces naturels remarquables et espaces boisés significatifs. Les parcs photovoltaïques ne peuvent pas être admis dans les parties non urbanisées de la bande littorale de cent mètres à compter de la limite haute du rivage et doivent être implantés en continuité de l'urbanisation existante.

La loi Montagne

En vertu des articles L. 122-1 et suivants du code de l'urbanisme, les centrales photovoltaïques au sol doivent être implantées en continuité avec les agglomérations / villages existants. Cependant, une étude peut permettre au SCoT ou au PLU, avec avis de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS), de déroger au principe de continuité, sous réserve de démontrer la compatibilité avec les principes de préservation des terres agricoles, du patrimoine naturel et de la protection contre les risques.

L'objectif premier est la préservation des terres agricoles, pastorales et forestières emblématiques du patrimoine montagnard, notamment celles situées en fond de vallée.

D'autres réglementations peuvent apporter des contraintes supplémentaires

Il convient de se rapprocher de la commune pour tout renseignement et de consulter les administrations et les organismes compétents.

En outre le projet devra être compatible avec les Directives Territoriales d'Aménagement des Alpes-Maritimes et des Bouches-du-Rhône.



RÉGLEMENTATION

● Dispositions relatives au code de l'urbanisme

Aucune formalité n'est à prévoir pour les installations dont la puissance est inférieure à 3kWc et dont la hauteur maximum ne dépasse pas 1,80 m (article R.421-2).

Une déclaration préalable est obligatoire pour :

- *hors des secteurs sauvegardés*, les installations dont la puissance est inférieure à 3kWc mais dont la hauteur maximum dépasse 1,80 m ;
- *hors des secteurs sauvegardés*, les installations dont la puissance est comprise entre 3kWc et 250kWc (article R.421-9) ;
- *dans les secteurs sauvegardés*, les installations dont la puissance est inférieure à 3kWc et ce, quelle que soit la taille (article R.421-11).

Un permis de construire est obligatoire pour :

- *dans les secteurs sauvegardés*, les installations dont la puissance est supérieure à 3kWc
- *hors des secteurs sauvegardés*, les installations dont la puissance est supérieure à 250kWc (article R.421-1).

● Dispositions relatives au code de l'environnement et du code forestier

Sont soumis à étude d'impact systématique les projets installés au sol dont la puissance est supérieure ou égale à 250 kWc (annexe de l'article R.122-2 du code de l'environnement).

Si le projet est soumis à « autorisation environnementale », celle-ci intègre depuis le 1^{er} mars 2017 dans une autorisation « unique » tout ou partie des autorisations suivantes :

- l'autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ou des installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) ;
- l'autorisation spéciale au titre de la législation des réserves naturelles nationales ;
- l'autorisation spéciale au titre de la législation des sites classés ;
- les dérogations à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés ;
- l'autorisation de défrichement ;
- l'autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité.

Si le projet n'est pas soumis à « autorisation environnementale », les différentes autorisations sont instruites séparément (défrichement, dérogation espèces protégées, etc). Il reste souhaitable que le projet fasse l'objet d'une seule étude d'impact et que les dossiers soient déposés simultanément pour optimiser leur instruction en termes de délais et de qualité.

● Dispositions relatives au code de l'énergie

Les projets dont la puissance est supérieure à 50 MWc sont soumis à autorisation d'exploiter par le ministre en charge de l'énergie.

Les éléments relatifs au raccordement des projets au réseau sont développés dans l'annexe 6.



RECOMMANDATIONS POUR LA RÉALISATION DES ÉTUDES D'AMÉNAGEMENT ET DU PROJET

Il est rappelé que les études doivent se faire à deux échelles de temps et d'espace :

- à l'échelle du SCOT ou PLUI dans un premier temps, pour une approche macro, transversale et pertinente à l'échelle du territoire ;
- à l'échelle du projet dans un second temps.

Un projet de parc photovoltaïque, de par ses dimensions et ses caractéristiques, aura toujours un impact sur les espaces sur lesquels il est implanté, ne serait-ce que par le changement de destination qu'il crée.

L'insertion environnementale et paysagère du projet doit être conduite pour l'ensemble du projet (zone de chantier, accès routiers, raccordement, obligations légales de débroussaillage, etc.) en tenant également compte des surfaces aménagées déjà existantes ou en projet situées dans le voisinage (effets cumulés).

• Concernant les enjeux liés aux risques naturels

A priori, les projets de parcs photovoltaïques sont à exclure dans les zones à aléas maximaux des plans de prévention des risques naturels, quel que soit le type de risque considéré (exemple zone rouge des PPRIF, zone rouge des PPRi).

Dans les zones soumises à aléa moyen ou faible, les projets peuvent être envisagés en respectant les sujétions liées aux aléas et sous réserve de l'absence d'enjeux liés à la préservation des milieux naturels et de la biodiversité. Concernant le risque feu de forêt, l'installation de centrales photovoltaïques dans les zones d'aléa moyen est à étudier en fonction du caractère « défendable » du site, en lien avec le SDIS et la DDT(M), pôle DFCI (défense forestière contre les incendies).

La définition du projet et les conditions de sa mise en œuvre sont à étudier au regard des caractéristiques du terrain (pente, orientation, géologie...) afin de limiter les risques de ruissellement et d'érosion : décaissement, intégration au relief local, apport de matériaux, écart des rangées de panneaux, etc. Le choix de la couverture végétale implantée entre les panneaux et en limite du parc photovoltaïque est également à analyser au regard des risques d'érosion mais aussi d'incendie.

Le cas du risque incendie

Concernant le risque incendie, les SDIS ont dans la plupart des cas établi une doctrine départementale de prévention – prévision concernant les installations photovoltaïques. Elle définit plusieurs règles de sécurité à propos des accès, des voies de circulation, des aires de retournement, de la défense extérieure contre l'incendie... qui sont à intégrer lors de la définition du projet de centrale photovoltaïque.

Le risque induit et les conséquences de la présence de panneaux photovoltaïques en espaces boisés n'étant pas encore établis (conséquence de la concentration des rayonnements, entretien du sol et embroussaillage, risques de court-circuits liés aux câbles électriques, etc.), il convient de respecter les conditions d'installation de tout projet dans les massifs boisés compatibles avec les risques feux de forêt : débroussaillage, entretien, citerne.



Le cas du risque inondation¹⁸

L'implantation de parcs photovoltaïques est interdite dans les secteurs d'aléa fort :

- dans les axes préférentiels d'écoulement (du fait des vitesses d'écoulement) ;
- dans l'espace en arrière immédiat des digues et remblais (respect d'une bande de sécurité).

En zone d'aléa faible à modéré, les dispositifs sensibles à l'eau (matériels électriques et panneaux PV) doivent être situés au minimum à la cote de référence du PPRi + 20 cm. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements et aux embâcles. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son caractère inondable. En particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré.

Par ailleurs, les installations doivent être conçues et aménagées de manière à garantir la meilleure transparence hydraulique et une grande résistance du matériel.

● Concernant les enjeux forestiers

L'implantation de parcs photovoltaïques est interdite dans les espaces boisés à conserver, à protéger ou à créer (EBC).

Tout projet de parc photovoltaïque situé dans un espace boisé devra prendre en compte les obligations légales de débroussaillage (OLD) lors de sa définition puis de sa mise en œuvre. Les OLD concernent un périmètre de 50 mètres minimum autour de l'aire d'accueil du projet et sont à maintenir lors de l'exploitation du parc.

Ce périmètre fait partie intégrante du site étudié puis retenu pour le projet de centrale photovoltaïque au sol. L'analyse des impacts du projet sur les différents enjeux, en particulier forestiers, environnementaux et paysagers doit donc intégrer la zone concernée par les OLD.

L'implantation d'un projet ne pourra être envisagée qu'à condition :

- d'avoir une emprise foncière évitant le morcellement des unités de gestion et la création d'enclaves (compacité du projet) et réduisant l'impact sur la gestion des zones forestières environnantes (notamment via les obligations légales de débroussaillage) ;
- d'éviter les meilleurs sols forestiers ;
- d'être compatible avec l'exercice d'une activité forestière, notamment en ne perturbant pas les accès aux zones boisées qui nécessitent le passage d'engins importants pour leur gestion et leur exploitation ;
- d'avoir un impact suffisamment modéré sur les autres composantes de la gestion forestière multifonctionnelle : biodiversité, paysage, accueil du public, risques naturels ;
- de tenir compte de la perturbation apportée au plan de gestion dans le cas d'une propriété forestière gérée durablement ;
- d'être compatible avec le document d'aménagement des forêts publiques.

L'implantation sera donc à éviter dans les forêts à enjeu de production, ainsi que dans les espaces forestiers à forte valeur en matière de biodiversité, de paysage, de fréquentation du public, d'exposition ou de rôle de protection vis-à-vis des risques naturels.

¹⁸ Les recommandations suivantes ne concernent pas les installations flottantes aussi appelées « PV flottants »



- **Concernant les enjeux de biodiversité**

La prise en compte de la biodiversité dans son ensemble, en intégrant les espèces, leurs habitats et les fonctionnalités écologiques, doit être intégrée le plus tôt possible dans la conception du projet de planification ou d'aménagement (que ce soit dans le choix du projet, de sa localisation, voire dans la réflexion sur son opportunité), afin que celui-ci soit le moins impactant possible.

Cette intégration des enjeux de biodiversité dès l'amont est essentielle pour prioriser : les étapes d'évitement des impacts tout d'abord, de réduction ensuite, et en dernier lieu, la compensation des impacts résiduels du projet si les deux étapes précédentes n'ont pas permis de les supprimer (cf. article L.110-1 du code de l'environnement). Cette analyse est à conduire en tenant compte des impacts cumulés avec tout autre projet existant.

La séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur l'environnement dépasse la seule prise en compte de la biodiversité, pour englober l'ensemble des thématiques de l'environnement (air, bruit, eau, sol, santé des populations, etc). Elle s'applique, de manière proportionnée, dans le cadre des procédures administratives d'autorisation¹⁹ (étude d'impacts ou étude d'incidences thématiques, Natura 2000, espèces protégées, etc).

À l'échelle d'un projet de planification ou d'aménagement, une bonne mise en œuvre de la **séquence « éviter, réduire, compenser »** se fonde avant tout sur un diagnostic de biodiversité, réalisé à partir de trois phases distinctes et complémentaires :

1. une analyse des bases de données existantes (inventaires des ZNIEFF et documents Natura 2000 disponibles à partir de la base de données territoriales BATRAME ou de l'outil cartographique « Geo-IDE Carto » de la DREAL PACA, Silène Flore et Faune, Faune PACA, etc.) pour identifier, le cas échéant, les espèces, habitats et fonctionnalités écologiques présents sur le site de projet de parc photovoltaïque ;
2. une analyse des habitats par un écologue peut venir confirmer et qualifier la présence de ces espèces, afin de guider le pétitionnaire dans la mise en œuvre de la poursuite de son diagnostic ;
3. dans le cadre d'un projet de parc photovoltaïque en milieu naturel, le diagnostic doit faire intervenir des naturalistes spécialisés dans les différents groupes taxonomiques potentiels sur la zone de projet (habitats naturels, entomofaune, avifaune, herpétofaune, etc.). Il doit être réalisé sur l'ensemble des cycles de vies des espèces potentielles, au moyen d'une pression et de protocoles d'inventaires adaptés.

Au terme de cette démarche, le diagnostic met en évidence, à une échelle adaptée à la zone d'influence du projet, les espèces présentes ou potentielles, leurs habitats mais également les fonctionnalités écologiques du territoire dans lequel le projet s'inscrit.

L'évaluation environnementale du projet doit permettre de conclure, après mesures d'évitement et de réduction, à l'absence d'impacts résiduels significatifs sur la biodiversité. À défaut, les impacts résiduels doivent faire l'objet d'une compensation pour aboutir à un bilan neutre voire favorable pour la biodiversité.

En cas d'atteinte à espèces protégées, l'évaluation environnementale conclut sur la nécessité de prévoir une demande de dérogation à la protection des espèces.

¹⁹ <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/autorisation-environnementale>



Espèces protégées

L'atteinte aux espèces protégées est interdite en application des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement. Elle peut être exceptionnellement autorisée dans le cadre d'un projet d'aménagement, sous réserve de respecter les conditions définies par le code de l'environnement, par arrêté préfectoral ou ministériel.

Les listes limitatives des espèces protégées animales ou végétales sont fixées par arrêtés ministériels qui précisent, pour chaque espèce ou groupe d'espèces protégées, les atteintes interdites pour assurer la protection de la faune et de la flore sauvage.

Pour les espèces protégées animales, sont notamment interdits :

- la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle de ces espèces dans leur milieu naturel ;
- pour les espèces concernées, la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces ;
- pour les espèces concernées, la destruction ou l'enlèvement des œufs et des nids.

Pour les espèces protégées végétales, sont notamment interdits :

- la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement des spécimens sauvages de ces espèces.

Une dérogation à la protection des espèces peut être sollicitée auprès du préfet de département dès lors que le projet répond à trois conditions impératives :

1. le projet doit comporter un intérêt public majeur supérieur aux enjeux de biodiversité de la zone de projet ;
2. il doit démontrer l'absence de solution alternative plus satisfaisante à une échelle intercommunale ;
3. il doit aboutir à un bilan neutre voire favorable pour les espèces protégées impactées, au terme de la mise en œuvre de la séquence ERC.

À noter que des avis défavorables du conseil national de la protection de la nature (CNPN) ont été émis au motif que « la recherche de secteurs alternatifs de moindre enjeu de biodiversité n'a pas été réalisée à l'échelle intercommunale »²⁰.

Si une dérogation à la protection des espèces n'est pas requise dans le cadre de la planification (SCOT ou PLUi), il est essentiel que les aménageurs adoptent, en amont du projet, la présente démarche de prise en compte des espèces protégées. En effet, l'objectif est d'anticiper et de ne pas ouvrir à l'urbanisation des secteurs présentant une forte sensibilité au regard des espèces protégées.

L'absence de solution alternative satisfaisante doit notamment être démontrée par une analyse multicritère réalisée à une échelle intercommunale. Il importe donc d'inscrire tout projet de parc photovoltaïque impactant des espèces protégées dans une démarche de planification intercommunale intégrant les différents enjeux du territoire, dont l'enjeu de biodiversité.

20 [Lien vers l'avis du CNPN quand il sera publié](#)



- **Concernant l'enjeu paysager**

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur possède une variété de paysages exceptionnels à caractère montagnard et méditerranéen, avec une pression démographique et foncière forte, notamment sur les trois départements littoraux. Les paysages naturels et ruraux façonnés par le climat et par l'homme, avec une diversité géologique, prédominent et contribuent à travers leur image à l'attractivité touristique de la région. Un projet de centrale photovoltaïque, au vu de ses dimensions et de son caractère industriel, aura toujours pour conséquence un changement profond des paysages dans lesquels il s'insère, à toutes les échelles de perception, proches ou lointaines. Il importe donc de réfléchir les projets à une échelle supra-communale en tenant compte des unités paysagères et des enjeux identifiés dans les atlas de paysage des six départements de la région.

Le projet doit comprendre une étude paysagère qui traite en préalable de l'opportunité du projet en termes de paysage avec justification de l'implantation du projet et recherche de solutions alternatives à l'échelle d'un territoire supra-communal (niveau SCOT ou PCAET). Une fois cette analyse conduite, l'étude doit comprendre :

- **un état initial du site du projet** (qualité intrinsèque du paysage, perception du site du projet dans le grand paysage et à une échelle rapprochée en lien avec les éléments de patrimoines paysagés et culturels, les points de vue significatifs, les lignes directrices du paysage, analyse de la topographie, végétation, unité paysagère, structure paysagère, etc). L'état initial doit aussi comprendre un plan masse avec courbes de niveau à une échelle adaptée sur un périmètre plus large que le site du projet et des coupes d'état des lieux cotées ;
- **la description du projet et de ses impacts sur le paysage**. Le dossier doit comprendre aussi un plan de masse projet à une échelle adaptée avec courbes de niveau sur un périmètre plus large que le site du projet pour permettre de comprendre les terrassements, esquisses et photomontages des principaux points de vue sur le projet ;
- **une description des mesures de réduction des impacts, d'intégration et de compensation paysagère**.

Le projet devra également prendre en compte l'insertion de la centrale dans sa topographie, préserver les sols en évitant les terrassements, porter une attention à l'accompagnement végétal des limites, gérer les ruissellements, etc.

L'insertion paysagère et la composition du projet doivent être conduites pour l'ensemble de l'installation :

- les panneaux photovoltaïques : nature (volumétrie, matière, couleur), répartition spatiale et implantation ;
- les dépendances : voies d'accès et parkings (tracé et nature des matériaux : granulométrie et couleur), postes de transformation et de livraison, local technique, onduleur, clôture, pylônes, raccordements, bâches à incendie, etc.

Une attention particulière doit être portée sur les postes de transformation tant au niveau paysager qu'au niveau du bruit de ces équipements qui devra être limité par des dispositifs adaptés.



À l'échelle des sites et des lieux, l'implantation des centrales photovoltaïques au sol nécessite une attention particulière sur les points suivants :

- les covisibilités à partir des points de vue remarquables (naturels ou bâtis) et des espaces habités mais également à partir des réseaux viaires (routes et chemins), véritables belvédères linéaires ;
- la topographie et les lignes visuelles fortes du paysage : crêtes, talwegs, ruptures de pente, lisières entre des secteurs d'occupation nettement différenciée, etc. L'implantation des panneaux doit suivre au plus près les courbes de niveau du terrain naturel (impact visuel fort des terrassements) ;
- les installations et leur implantation par rapport à la trame viaire et aux formes et dimensions du parcellaire ;
- les effets cumulés avec d'autres installations qui peuvent créer un phénomène de saturation dans le paysage : relations avec d'autres centrales photovoltaïques (existantes ou en projet) ou des aménagements de grande superficie (zones d'activités notamment) ;
- les modalités de remise en état à la fin de l'exploitation de la centrale.

Concernant l'inscription du projet dans le paysage rapproché, les éléments à considérer en priorité lors de la définition du projet sont :

- la juste occupation de la parcelle (attention au remplissage maximum) ;
- le traitement des limites en mettant en relation les aspects fonciers, les aspects sensibles liés à la perception des installations et les aspects fonctionnels (accès, maintien des flux habituels des personnes et des animaux, sécurité) ;
- le maintien des chemins et passages existants ;
- l'ambiance paysagère (sèche ou humide, à dominante minérale ou végétale, ripisylve ou pinède, galets de Durance ou robines grises, etc) ;
- la végétation d'accompagnement et le traitement des sols (entre les panneaux et en limite). Les plantations en limite doivent être conçues dans une certaine indépendance par rapport aux clôtures (aménagement de relations visuelles avec la centrale).

Des mesures d'accompagnement doivent être mises en place lors de la définition du projet pour permettre le maintien des usages préexistants sur le territoire. En particulier, la continuité des chemins de randonnée et de passage doit faire l'objet d'une attention spécifique en termes de qualité d'itinéraire et de parcours (largeur et état des « chemins », environnement et paysage, etc).

En conclusion, un projet de centrale photovoltaïque, au vu de ses dimensions et de son caractère très technologique, aura toujours pour conséquence un changement d'image des paysages dans lesquels il s'insère. L'implantation d'un tel projet doit être cohérente avec l'image que le territoire souhaite renvoyer.



● Concernant les enjeux agricoles

La Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt (LAAF) du 13 octobre 2014 prévoit dans son article 28 que le maître d'ouvrage d'un projet de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptibles d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole a pour obligation de produire une étude préalable qualifiant et quantifiant ces conséquences, et proposant le cas échéant des mesures compensatoires collectives.

Cette étude est soumise à l'avis motivé du préfet, qui doit statuer dans les 4 mois à compter de la saisine du pétitionnaire et après consultation de la commission départementale de la préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers (CDPENAF).

Les projets concernés

Les projets concernés sont ceux soumis de façon systématique à une étude environnementale, c'est-à-dire les installations photovoltaïques au sol d'une puissance supérieure ou égale à 250 kWc, dont l'emprise est située dans tout ou partie des zones décrites ci-dessous :

- zone agricole du document d'urbanisme opposable (Zone A du PLU) qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les 5 années précédant la date de dépôt du dossier ;
- zone forestière ou naturelle délimitée par un document opposable (N du PLU) qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les 5 années précédant la date de dépôt du dossier ;
- zone à urbaniser délimitée par un document d'urbanisme opposable (AU du PLU) qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les 3 années précédant la date de dépôt du dossier ;
- en l'absence de document d'urbanisme délimitant ces zones, l'emprise des projets concernés doit être située en tout ou partie sur toute surface qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les 5 années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet.

Le contenu de l'étude préalable

Comme en dispose l'article D.112-1-19 du code rural, l'étude préalable à fournir par le maître d'ouvrage doit comprendre :

1- Une description du projet et la délimitation du territoire concerné

Le périmètre du territoire, objet de l'étude, est défini à partir de la localisation des sièges d'exploitations agricoles et englobe les principaux partenaires en amont et en aval des exploitations concernées.

2- Une analyse de l'état initial de l'économie agricole du territoire concerné

Elle porte sur la production primaire, la transformation et commercialisation par les exploitants agricoles et justifie le périmètre retenu. Elle se traduit par une étude monographique agricole selon les indicateurs suivants : exploitants, exploitations, système de production, sols, partenaires agricoles, emplois, valeurs économiques (produit brut agricole, valeur ajoutée, investissements).

3- L'étude des effets positifs et négatifs du projet sur l'économie agricole de ce territoire

Elle intègre une évaluation financière globale des impacts, y compris les effets cumulés avec d'autres projets connus, comprenant :



- les impacts directs, à savoir, les impacts structurels (emprise par rapport à la surface agricole utilisée : SAU, fragilisation économique), économiques et sur les infrastructures agricoles (réseaux d'irrigation, de drainage) ;
- les impacts indirects sur les partenaires amont et aval des exploitations impactées (fournisseurs, collecteurs...) ; l'étude devra montrer le lien entre la production du territoire et les industries agroalimentaires ;
- l'impact spatial du projet sur l'économie agricole (distance du siège de l'exploitation, flux de circulation, accès au parcellaire...) ;
- les effets des mesures compensatoires générées par le projet sur l'économie du territoire (notamment, la perte de production).

L'étude doit également comprendre une évaluation chiffrée de l'impact sur le territoire :

- la valeur du produit agricole brut perdu du fait des emprises directes et indirectes ;
- l'incidence sur les filières aval (considérant que les filières amont sont comprises dans le produit d'exploitation agricole) ;
- et la prise en compte du temps nécessaire à la régénération de la valeur ajoutée perdue (le nombre d'années nécessaires pour qu'un investissement permette de retrouver le produit brut perdu est estimé à 9 ans en moyenne).

4- Les mesures envisagées et retenues pour éviter et réduire les effets négatifs du projet

L'étude établit que les mesures d'évitement et de réduction ont été correctement étudiées. Elle indique, le cas échéant, les raisons pour lesquelles elles n'ont pas été retenues ou sont jugées insuffisantes. Une réflexion sur le choix du site doit être menée (présentation des autres variantes étudiées).

5- Les mesures collectives envisagées (le cas échéant) pour consolider l'économie agricole du territoire, l'évaluation de leur coût et les modalités de mise en œuvre

Les mesures de compensation sont prises en charge par le maître d'ouvrage du projet. La définition des mesures compensatoires s'appuie sur un montant d'investissement nécessaire à la régénération de l'économie agricole équivalente au préjudice.

Les documents évaluant les impacts du projet sur l'environnement tiennent lieu d'étude préalable, s'ils comprennent les éléments ci-dessus, sinon l'étude préalable est à produire.

Quelques mesures de compensation agricole collective

Suite au retour d'expérience dans différents départements, une liste de mesures de compensation agricole collective pertinentes sont présentées ci-dessous. Dans la mesure du possible, les mesures de compensation agricole devront concerner la zone agricole ou la filière impactée par le projet.

- Réouverture de milieux pour le pastoralisme (travaux de remise en état des milieux pastoraux dans un objectif de gestion sylvo-pastorale [coupes et éclaircies, broyage des rémanents et des arbustes de sous-bois, etc.] ;
- Investissements pastoraux (création de points d'abreuvement pour le bétail) ;
- Travaux d'irrigation agricole (par exemple réfection de canaux, passage à l'aspersion, goutte à goutte, etc.) ;
- Soutien à la transformation et aux filières de circuit court (actions de promotion de produits agricoles commercialisés en circuits courts, études de marché nécessaires à



l'augmentation de la valorisation d'un produit, mise en place d'ateliers collectifs de transformation ou de commercialisation) ;

- Actions en faveur de la restructuration foncière (réorganisation foncière pour améliorer l'exploitation agricole et conférer une valeur ajoutée supplémentaire au foncier agricole préservé).

- **Concernant les enjeux de pollution et de gestion des déchets**

Afin d'anticiper au mieux le devenir du site après exploitation de la centrale photovoltaïque, le démantèlement du site est à envisager dès la conception et la mise en œuvre du projet. Cela concerne aussi bien le traitement des éléments de surface (panneaux, clôture...) que les éléments enterrés (câbles, supports divers...). En effet, le retour à un état naturel ou agricole impose de traiter les déchets de l'ensemble de l'installation.

Concernant le démantèlement, les sujétions sont prévues dans les cahiers des charges des appels d'offres de la CRE auxquels les installations sont lauréates :

- CRE1 et 2, une garantie financière de démantèlement est prévue et doit être constituée avant la 17^e année après la mise en service. Une description des opérations de remise en état doit être présentée dans le dossier de candidature.
- CRE 3 et 4, le porteur de projet s'engage sur des mesures de remises en état ne dégradant pas a *minima* l'état initial du site et sur la prise en charge du recyclage des panneaux. Ces dispositions sont détaillées dans le dossier de candidature.

Les obligations de démantèlement relèvent de la directive européenne DEEE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques. La directive a été retranscrite en droit français, notamment via le décret n°2014-928 du 19 août 2014.

Les producteurs des panneaux photovoltaïques qui vendent en France se voient ainsi imposer des obligations de collecte et traitement par le décret 2014-928 (DEEE), en vigueur depuis le 23 août 2014. PV CYCLE France est l'éco-organisme agréé par les pouvoirs publics pour la gestion des panneaux photovoltaïques usagés (<http://www.pvcycle.fr/>).

En ce sens, la première usine européenne de recyclage des modules photovoltaïques a été inaugurée le 5 juillet 2018 à Rousset (Bouches-du-Rhône, 13). Celle-ci devrait à terme permettre de traiter la fin de vie des modules photovoltaïques en séparant les matières premières pour les réinjecter dans des processus productifs.

- **Le cas d'une ancienne installation de stockage de déchets non dangereux**

La réglementation actuelle sur les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) impose la conduite d'un programme de suivi d'une durée minimale de 30 ans sur ces installations après la fin de réception des déchets. Le fait que certains terrains abritant de telles installations fassent l'objet d'une demande de réaménagement avec une implantation de centrales photovoltaïques peut permettre de valoriser ces terrains. Toutefois, au regard des éventuelles interactions entre le biogaz provenant de l'ISDND et les panneaux photovoltaïques et de l'augmentation des risques d'incendie et explosion qui pourrait en découler, une attention particulière est portée par les services de l'État lors de l'autorisation de ce réaménagement.



Concernant la procédure ICPE, un projet d'implantation d'une centrale photovoltaïque n'aura le plus souvent pas été prévu comme moyen de réaménagement dans l'arrêté préfectoral d'autorisation. Il conviendra alors que l'exploitant fournisse un dossier de demande de modification des prescriptions relatives au réaménagement final du site. Dans le cas général, l'implantation d'une centrale photovoltaïque sur une ancienne décharge n'est pas considérée comme modification substantielle telle que définie à l'article R.512-33 du code de l'environnement.

Si le réaménagement final de l'installation de stockage a comporté la création de talus, il est nécessaire de déterminer les conséquences de l'implantation d'une centrale photovoltaïque sur leur stabilité, en prenant en compte les différents types de rupture possibles. Cela peut être réalisé par modélisation et détermination du coefficient minimal de sécurité.

Par ailleurs, la disposition des panneaux photovoltaïques et des équipements associés (câbles, onduleurs, transformateurs, etc.) doit permettre la revégétalisation de l'ancienne installation de stockage de déchets non dangereux. Le tassement différentiel des déchets provoque le plus souvent des mouvements de terrain sur les ISDND soumises au programme de suivi. La structure des panneaux solaires doit être réglable afin de s'adapter à ces modifications de la topographie du site.

- **Le cas des plans d'eau artificialisés**

Les services de l'État constatent une croissance du nombre de projets d'installations de panneaux photovoltaïques sur plans d'eau. Cependant, le manque de retour d'expérience ne permet pas d'énoncer des éléments de doctrine pertinents.

Dans ce cadre, un groupe de travail sera constitué pour formuler des propositions afin que la filière dite « PV flottants » intègre au mieux les enjeux liés aux risques, à la biodiversité et plus globalement à l'aménagement du territoire. Les conclusions de ce groupe de travail seront intégrées dans une version modificative du présent cadre régional.





4 | SOUS RÉSERVE, LES SERRES PHOTOVOLTAÏQUES

INTRODUCTION

Le développement de la production photovoltaïque en Provence-Alpes-Côte d'Azur doit être réalisé en cohérence avec les autres enjeux du territoire, notamment en prenant en compte la préservation des terres agricoles dont la consommation uniquement pour de la production d'énergie solaire est à proscrire.

Les productions agricoles sous serre sont en pleine expansion au niveau mondial et il y a convergence des experts du domaine pour assurer que ce développement va encore s'intensifier. La France, qui était très en avance sur ce système de production, se trouve aujourd'hui confrontée à une situation problématique avec une stagnation des surfaces cultivées et des structures serres souvent obsolètes.

Par ailleurs, la protection des terrains agricoles a récemment été renforcée (loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové dite « ALUR » en 2014). En effet, selon un rapport de l'ONU publié le 21 juin 2017, il est estimé que la population mondiale comptera 9,77 milliards d'individus en 2050 (contre 7,55 milliards en 2017). Dès 2009, la *Food and Agriculture Organization* (FAO) estimait qu'il faudrait augmenter de 70 % la production agricole de la planète pour répondre, en 2050, aux besoins alimentaires de tous ses habitants. Pour y parvenir, deux solutions sont envisagées : améliorer les rendements des productions ou accroître les surfaces cultivées. L'ambition affichée par l'État français est d'assurer l'alimentation de sa propre population ainsi que de rester un des premiers pays exportateurs de produits agricoles et agroalimentaires. La préservation des surfaces cultivables est donc un enjeu primordial pour le pays.

Les serres photovoltaïques (PV), et plus globalement les structures agricoles regroupées sous le nom d'« **agrivoltaïsme** », qui permettent de **coupler une production d'électricité d'origine photovoltaïque avec une production agricole principale** sont une possibilité de développement intéressante dans un contexte de pression accrue sur le foncier agricole. Ce couplage peut aussi contribuer à assurer à l'exploitant agricole un soutien financier et permettre de renouveler le parc de serres avec des installations de haute qualité environnementale.

Cependant, les premiers retours d'expérience en Provence-Alpes-Côte d'Azur indiquent qu'un certain nombre d'installations posent problèmes en étant déclarées comme serres photovoltaïques dans la demande d'autorisation d'urbanisme alors qu'elles ne présentent *in fine* aucune activité agricole. Une attention particulière est donc portée par les services de l'Etat sur les projets relatifs à cette filière.

Sur la base d'un rappel des principaux éléments de contexte (et des définitions de base figurant en annexe 8), l'objectif de cette partie est de favoriser le développement de serres photovoltaïques vertueuses et innovantes, c'est-à-dire permettant une activité agricole pérenne et rentable conjuguée à une production d'énergie. Ainsi, elle vise à fournir aux acteurs publics et aux porteurs de projets des éléments objectifs pour apprécier la pertinence d'un projet de serre photovoltaïque.

CONTEXTE ET DÉFINITIONS DE L'AGRIVOLTAÏSME

Un des principaux freins à l'installation d'une serre agricole « classique » est le montant de l'investissement initial. Pour pallier cette difficulté, l'entrée d'un tiers investisseur souhaitant utiliser une partie de l'abri pour de la production d'énergie fut proposée. C'est ainsi que des premières serres photovoltaïques ont fait leur apparition.

À ce jour, plusieurs dizaines d'hectares de serres photovoltaïques ont été construites en France, notamment dans la moitié Sud. Ce sont le plus souvent des serres en verre, de plusieurs hectares, dont le modèle optimal de production agricole n'est pas encore maîtrisé et sur lesquelles des travaux de conception, de recherche et de développement restent à mener.

• Le concept d'agrivoltaïsme

Cette notion recouvre les installations qui permettent de **coupler une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale** en permettant une coexistence sur un même espace.

L'agrivoltaïsme regroupe principalement les serres photovoltaïques, mais également tout système permettant, pour une production agricole de base, d'utiliser le même espace pour une production photovoltaïque complémentaire qui apporte alors une fonctionnalité annexe aux cultures (ombrage, protection contre les aléas climatiques, etc).

• Les serres photovoltaïques (voir annexe 9)

Les projets de serres photovoltaïques consistent à **intégrer sur la toiture d'une structure serre, des modules photovoltaïques** pour produire de l'électricité. De nombreuses typologies de serres photovoltaïques ont été proposées ces dernières années en France. De façon très générale, ces projets sont élaborés par des porteurs du domaine photovoltaïque. La plupart des systèmes actuels disposent les panneaux photovoltaïques en toiture de la serre sans dispositifs d'optimisation de partage de la lumière avec les cultures.

• Production agricole versus production d'énergie

Comme évoqué dans l'introduction générale, les objectifs de production d'énergies renouvelables impliquent un développement sans précédent du nombre d'installations photovoltaïques.

Pour autant, ce développement doit se faire en harmonie et sans conflit d'usage, en respectant les autres enjeux, notamment celui de la préservation des espaces agricoles à des fins de production alimentaires.

Si les serres photovoltaïques contribuent aux objectifs de développement des énergies renouvelables, **ces structures doivent avant tout avoir une visée agricole. Le premier facteur déclenchant et dimensionnant de toute installation reste la production agricole.**

Concernant les serres photovoltaïques, les projets à prioriser sont :

- les projets sur structures existantes ;
- l'utilisation de terrains en friches ;
- la réhabilitation d'anciennes serres ou de serres dégradées et la construction de nouvelles structures plus compétitives et de meilleure qualité environnementale sur le même site ;
- les projets innovants, suivis par un organisme professionnel, pour autant que l'innovation soit au service de la production agricole.



RETOURS D'EXPERIENCE

Les premières serres photovoltaïques ont été mises en service lorsque le tarif de rachat de l'électricité était très avantageux (environ 0,6 €/kWh puis 0,42 €/kWh sur contrat de 20 ans). Ces serres ayant pour la plupart comme priorité de produire de l'électricité, les structures n'étaient pas adaptées pour de la production agricole.

Le principal référentiel technique national disponible est un avis de l'ADEME de 2010²¹ qui indique que « *les projets de serres photovoltaïques comportent trop d'incertitudes techniques et agronomiques à moyen et long terme pour en assurer la promotion* ».

Ainsi, au vu du nombre d'installations mis en place depuis, un retour d'expérience sur la période passée est nécessaire.

L'analyse de plusieurs projets mis en exploitation depuis 2010 fait ressortir plusieurs catégories d'exploitations.

- **Des installations dans lesquelles aucune activité agricole n'est mise en œuvre depuis la construction de la serre**

Au début de l'émergence de la filière (années 2008-2011), des installations « serres mono pentes » avec des panneaux photovoltaïques couvrant l'intégralité de la toiture, ou avec un positionnement en damier, ont été mises en place. Les taux d'occultation de la lumière étant trop important (supérieurs à 70 % en moyenne sur l'année), la plupart de ces installations sont restées inexploitées depuis leur mise en service.



Serre photovoltaïque sans aucune activité agricole



Serre PV « monopente » sans aucune activité agricole

Manifestement, ces projets avaient pour vocation principale, dans la plupart des cas, la seule production d'énergie photovoltaïque afin de bénéficier des tarifs d'achat avantageux sur des zones où le coût de l'accès au foncier était moins important.

Ces projets continuent de nuire à la filière car contribuent à sa mauvaise réputation, alors que certains projets démontrent un véritable potentiel de développement en accord avec les enjeux de production agricole.

Il existe en lieu et place de ce type de projet (utilisation de la totalité de la toiture pour de la production photovoltaïque), d'autres structures sur exploitation agricole (entrepôt de stockage, bâtiment d'habitation, etc) plus adaptés et ne souffrant pas de conditions de partage lumineux avec une production agricole.

21 <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-sur-serres-agricoles-photovoltaïques-2010.pdf>

• Des serres qui sont en exploitation

Durant la période 2013-2016, des expérimentations de serres photovoltaïques ont été réalisées par l'Association Provençale de Recherche et d'Expérimentation Légumière (APREL) et ont conduit à plusieurs observations :

- Les premières récoltes ont montré des **baisses de rendement** par rapport à des cultures classiques et, dans certains cas, des **retards de production** ainsi que des **problèmes de qualité** sur les récoltes.
- La gestion du climat est déterminante et **la ventilation doit être suffisamment dimensionnée**, pilotable facilement et son fonctionnement ne doit pas rentrer en conflit avec la production photovoltaïque.



Culture sous serre PV cathédrale



Horticulture sous serre PV

Sur les premières années d'exploitation, les agriculteurs ont été obligés d'adapter leurs modèles techniques aux contraintes imposées par la serre, ce qui n'est globalement pas satisfaisant.

Les résultats complets de ces suivis sont disponibles sur le site de l'APREL: http://aprel.fr/publication_aprel.php?id=8

Dans le cas de l'horticulture, certaines installations ont mis en place des modes de cultures spécifiques permettant de palier aux problèmes d'ombrage. Certains exploitants ont adapté leurs cultures vers des plants en pot. Ainsi, l'agriculteur peut réguler la lumière reçue par les plantes en les plaçant dans des zones plus ou moins ombragées. Cette pratique reste néanmoins très ponctuelle et nécessite une manutention importante.

SYNTHÈSE DES RETOURS D'EXPÉRIENCE

- La synergie du triptyque [*type de culture / conception de la serre / valorisation de la production agricole*] est un élément clé de la réussite de tout projet.

- Les procédés de répartitions de la lumière entre panneaux PV et cultures restent actuellement assez « basiques » (disposition homogène en toiture en axe Nord/Sud). Dès la conception de la serre PV, une réflexion de mise en cohérence entre le placement des panneaux PV et les cultures envisagées est à mener.

- Les projets sans visée agricole, ou ne disposant pas d'un appui technique suffisant pour élaborer et suivre le projet agronomique, doivent se tourner vers d'autres structures (hangars, habitation, dépôt, etc) où la production photovoltaïque pourra être optimisée sans la problématique du partage lumineux.

- La culture sous serre PV, pour ce qui concerne les systèmes déjà mis en exploitation, aboutit pour l'instant à des rendements « moindres » par rapport à une serre classique. L'agriculteur doit donc pouvoir compter sur l'aide contractualisée d'un organisme professionnel (chambre d'agriculture, fédération professionnelle) pour pouvoir adapter ses pratiques.

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

À ce jour, il n'existe pas d'installation agrivoltaïque idoine fixant un optimum de production « culture et énergie photovoltaïque ». Néanmoins les retours d'expériences amènent à définir un cadre hors duquel les projets agricoles sembleraient très difficiles à mener (en l'état actuel des connaissances).

Outre ces recommandations générales, les projets de serres PV sont bien entendus à élaborer dans le cadre réglementaire relatif à l'installation considérée.

• Concernant les principales parties prenantes

Les installations actuelles sont pratiquement toutes basées sur le modèle économique suivant : un porteur de projet réalise la serre photovoltaïque puis met à disposition de l'agriculteur la structure de production agricole. Le porteur de projet se rémunère ensuite par la production photovoltaïque.

Pour les structures de grandes dimensions, on distingue les acteurs suivants :

- l'agriculteur, qui met à disposition un terrain agricole et qui réalisera les cultures sous serre ;
- le groupe spécialisé dans la production d'énergie photovoltaïque, qui exploitera la serre PV ;
- une ou des entreprises sous traitantes chargées de la réalisation des travaux, notamment d'aménagement du terrain et de construction de la serre.

Dans la plupart des cas, l'exploitant agricole est engagé contractuellement sur plusieurs dizaines d'années, généralement 20 ou 30 ans (durée correspondant aux dispositifs de soutien des appels d'offres de la CRE). Il reste propriétaire du sol et cultive sous la serre.

Dans certains cas, l'exploitant agricole devient propriétaire de l'ensemble de la structure à l'issue du bail.

Dans d'autres cas, le contrat prévoit un démantèlement de l'installation, et notamment le recyclage des panneaux PV, à la charge de l'exploitant de la production d'électricité.

• Concernant le modèle juridique

L'exploitant agricole et le développeur PV (ou exploitant PV) sont généralement liés par un contrat de droit privé qui prévoit notamment :

- la durée de mise à disposition du terrain ;
- les responsabilités respectives pour l'entretien de la structure (garanties) et en cas de défaillance d'un des acteurs ou de non aboutissement du projet (exemple de projet non lauréat à l'appel d'offre CRE) ;
- les engagements des parties prenantes, avec notamment la production agricole pour l'agriculteur et l'entretien de la structure pour l'exploitant PV ;
- le devenir de la structure à l'issue de la période d'engagement des 2 parties.

La présence de l'entreprise chargée de la réalisation des travaux est indispensable lors de la négociation entre un exploitant agricole et un développeur PV. En effet, la phase chantier d'un tel



projet est impactante pour le sol support et l'environnement. Un certain nombre d'engagements doivent être pris au stade initial comme :

- la restitution du sol support sous la serre qui doit être viable pour les cultures ;
- le fonctionnement de la structure (ventilation notamment) et ses performances en termes de production agricole ;
- l'identification par l'agriculteur des pathologies de la structure (déformation) et le fonctionnement des garanties.

Dès la conception du projet, il est conseillé pour l'agriculteur de **contractualiser avec un organisme spécialisé (chambre d'agriculture, INRA, association de production)** pour suivre et se faire conseiller tout au long des étapes de réalisation de la serre et des premières années d'exploitation (gestion des nuisibles, adaptation des cultures et de leur placement, etc).

Un projet de serre photovoltaïque peut être remis en cause lors des étapes suivantes :

- lors de l'obtention des autorisations administratives ;
- pour les grandes installations : lors du aux appels d'offre de la CRE.



Ainsi pour tout projet, il est recommandé, dans l'intérêt de l'agriculteur et de l'exploitant PV, que le facteur « risque » soit pleinement intégré dans les engagements qui lient les parties prenantes (notamment au niveau des sommes éventuellement avancées et leur restitution en cas de remise en cause du projet) et que tout contrat soit soumis à avis juridique à une structure spécialisée (chambre d'agriculture, juriste, etc).

• Concernant le modèle économique

La mise en œuvre d'une serre PV est un projet complexe et la cohérence d'un projet est tout d'abord basée sur des éléments économiques et techniques qui doivent être crédibles et réfléchis dès l'amont avec l'ensemble des parties prenantes.

Les serres verres constituent des investissements particulièrement lourds, de l'ordre de 100 à 200 € le m², sur des surfaces pouvant aller de 1000 m² à plusieurs hectares (en France) ou dizaines d'hectares (principalement à l'étranger). L'amortissement d'une telle structure se situe entre 8 et 13 € par m² et exige donc de mettre en place un système de production intensif.

Outre la structure porteuse, une serre photovoltaïque « classique » doit intégrer les coûts :

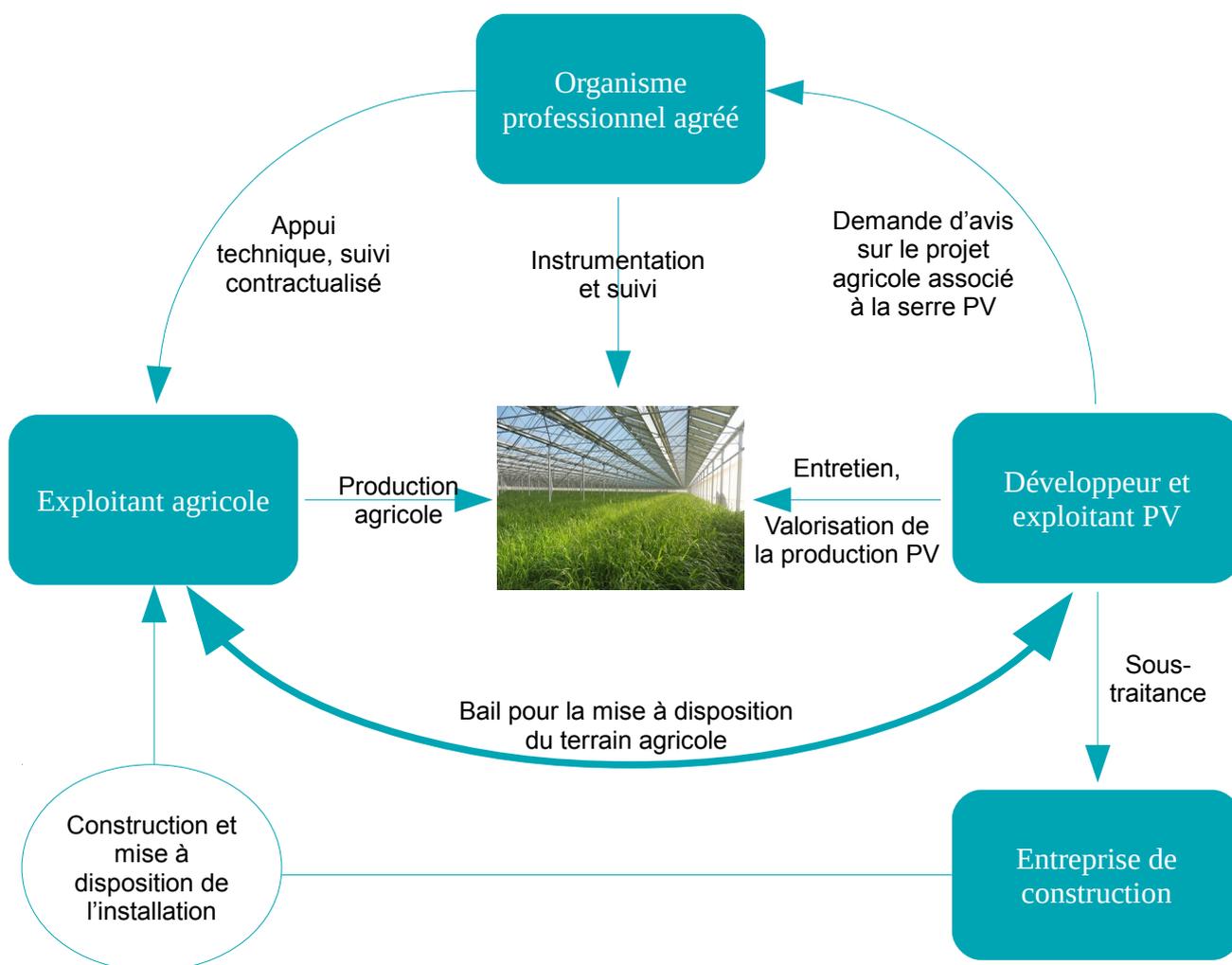
- de la construction de la serre PV (ainsi que les locaux techniques liés à l'exploitation de la centrale PV) ;
- du système d'arrosage, du système de gestion climatique (ouvrants, chauffage éventuellement), des équipements complémentaires classiques en serre (écrans thermiques, supports de culture, recyclage, si culture hors-sol) et le système d'évacuation des eaux pluviales ;
- de la quasi-totalité des démarches administratives (géomètre, dossier « loi sur l'eau », dépôt du permis de construire, étude de sol, étude d'impact environnemental) ;
- des travaux de terrassement et de nivellement du site ;
- des travaux liés au recueil des eaux, à la maîtrise des eaux de ruissellement et à leur éventuelle valorisation pour l'exploitation agricole ;

- de toutes les assurances nécessaires (chantier + structure + lot électrique) sur toute la durée du bail ;
- de l'exploitation et de la maintenance de la serre.

Il est essentiel que ces éléments soient précisément répertoriés et négociés lors de l'élaboration du projet.

Une serre PV est avant tout un outil de production agricole. Aussi, l'ensemble des équipements et installations doivent être conçus avant tout dans cette optique.

Schéma illustrant les relations entre les parties prenantes d'un projet de réalisation d'une serre photovoltaïque



● Concernant la conception de la serre



Intérieur d'une serre PV cathédrale

Tout projet de serre PV doit impérativement intégrer **le nécessaire partage équilibré de l'énergie lumineuse entre les panneaux solaires et les végétaux**. Le rendement d'une production agricole est directement corrélé au rayonnement lumineux reçu par les plantes. L'interception de la lumière par la structure de la serre (montants métalliques, panneaux photovoltaïques) doit donc être corrélée avec le placement des cultures en intégrant les principes suivants :

- le taux d'abattement de l'énergie lumineuse par les modules photovoltaïques doit être adapté aux cultures envisagées et ce, sur l'ensemble de la serre ;
- le **placement des cultures doit être cohérent avec celui des panneaux PV sur un cycle annuel** (ensoleillement d'hiver et d'été) ;
- la géométrie de la serre PV doit optimiser l'apport d'éclairage latéral. Ainsi il faut **éviter tout « effet de cavité sombre » au centre de la serre** en privilégiant une serre peu profonde ou en permettant un apport de lumière au centre de la serre (par exemple en réduisant la densité de panneaux PV en toiture à cet endroit) ;
- de manière plus générale, les dispositifs électriques doivent suivre le plus possible sur les éléments de superstructure de la serre et ne pas occulter le passage de la lumière (exemple chemin de câbles) ;



Paroi latérale d'une serre PV

En sus des éléments relevant du partage de la lumière, d'autres principes plus techniques doivent être suivis :

- la mise en place d'un système d'arrosage dimensionné sur la surface qui sera cultivée, intégrant éventuellement un système de récupération des eaux de pluie ;
- le bon isolement des cultures de l'environnement extérieur et la régulation interne du climat, permettant d'établir des conditions d'hygrométrie et de température plus homogènes ;
- la mise en place d'une barrière physique contre les bio-agresseurs (notamment au niveau des ouvrants), permettant de diminuer le recours aux biocides, en particulier de synthèse ;
- le maintien d'un effet de serre par la régulation de la température intérieure, soit par des ouvrants, soit par un système de ventilation.



Système d'arrosage d'une serre PV



Système d'ouvrant en toiture sur serre PV



Ouvrant en toiture sur serre PV

Focus sur les ouvrants

La gestion de ces ouvrants doit être totalement libre et optimisée avant tout pour favoriser la production agricole. Ainsi dans le cas d'ouvrants en toitures pouvant projeter des ombres sur les panneaux photovoltaïques, le fonctionnement de la serre et la viabilité de la production agricole doivent être prioritaires sur la production PV. Il est ainsi recommandé dans la conception de la serre de réaliser des ouvrants n'entrant pas en conflit avec la production d'énergie photovoltaïque.

À noter que pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Mistral, vent violent et dominant de Nord, impose, pour les serres équipées d'ouvrant mécaniques, une orientation des serres Est-Ouest pour des questions de résistance mécanique des ouvrants et pour la gestion des flux d'air dans la serre.

- la serre doit être prévue pour l'exploitation future (passage d'engins) avec des équipements fonctionnels (rangement matériels, accès aux installations PV, armoire relais, transformateurs) n'entravant pas l'activité agricole ;



Allée centrale d'une serre PV

- l'insertion de la serre dans son environnement. Outre son aspect paysager, la serre doit veiller à ne pas être un obstacle aux oiseaux (mise en place de dispositifs « effaroucheurs » (par exemple autocollants de rapaces) sur les parois latérales.



Dispositifs effaroucheurs en paroi latérale pour la protection des oiseaux

Tous ces équipements et fonctionnalités ont un coût et sont à négocier dès l'amont, lors de l'étude globale de l'économie du projet entre l'agriculteur, le développeur PV, et l'éventuel sous traitant qui sera chargé de la réalisation de la serre.

Les projets de serre photovoltaïque ne comportant aucun équipement complémentaire à la structure auront de grandes chances d'être confrontés à des problèmes de conduite culturale et ce, quel que soit le type de culture. Leur absence relève donc, soit d'une mauvaise connaissance des systèmes de cultures sous serre, soit d'une stratégie d'investissement *a minima* avec un objectif agricole très limité voire nul.

• Concernant la phase constructive



Sol support « criblé » pour culture

Sur la base du retour d'expérience des premières installations en exploitation, il est essentiel de veiller que l'entreprise qui réalise les travaux soit associée dès la conception du projet. L'ensemble des « options constructives » (placement, nombre et type de système de ventilation, systèmes dynamiques, ergonomie du système, etc), dont certaines peuvent être onéreuses, influent fortement sur la production agricole future et doivent donc être intégrées dans l'équilibre économique global du projet.

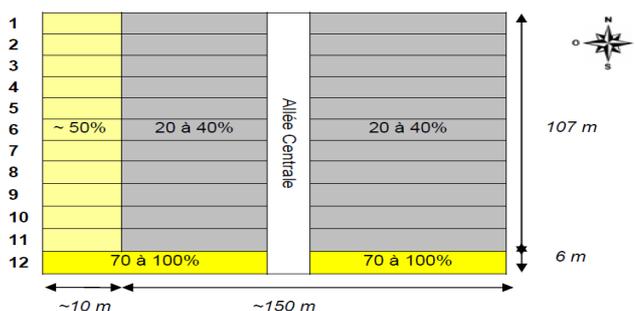
La phase travaux (terrassament et pose de la structure) comporte le passage d'engins de chantier et de manutentions ainsi qu'un remaniement complet du sol (pour permettre la réalisation d'une plate-forme nécessaire à la réalisation de la structure serre PV).

Ainsi, pour qu'une exploitation agronomique soit rendue possible par la suite, le sol doit être reconstitué et ne doit être ni contaminé, ni rendu impropre à la culture.

● Concernant l'exploitation agricole

Le choix de l'espèce végétale à cultiver doit être réalisé selon plusieurs critères :

- les espèces végétales ne tirant pas de bénéfice supplémentaire à un ensoleillement maximal et direct, au-delà d'une certaine quantité de lumière reçue par la plante (algues, orchidées, fruits de sous-bois, etc) sont idéales pour la culture sous serre photovoltaïque. Néanmoins, la problématique ne se réduit pas à maximiser l'ensoleillement ou non sur les cultures. Certaines cultures nécessitant un rayonnement important peuvent convenir sous serre photovoltaïque à condition que la stratégie de production ait été bien pensée et corrélée avec la disposition des panneaux photovoltaïques sur l'ensemble de la serre PV ;
- le système de partage de la luminosité doit être étudié en lien avec le placement ultérieur des cultures dans la serre pour un cycle annuel (soleil « haut » d'été avec une luminosité importante et soleil « rasant » d'hiver avec un ensoleillement moindre) ;
- l'anticipation dès la réalisation du projet du schéma de placement des cultures envisagées en fonction de la disposition des panneaux en toiture et des possibilités d'apport d'éclairage naturel.



Éclairage type à l'intérieur d'une serre PV cathédrale multichapelle (source : rapport APREL)

Ce critère doit permettre de placer les cultures sous la serre en fonction de leur nécessité ou non de bénéficier d'un meilleur ensoleillement à une période donnée. Cette stratégie doit être cohérente avec le modèle économique envisagé (période de vente de la production).

Par ailleurs et indépendamment du choix du type de culture, il faut intégrer dans le modèle économique du projet que **les premières périodes de mise en exploitation agricole constituent une période de « rodage »**. Dans ce temps, l'agriculteur doit pouvoir assumer d'éventuelles récoltes et revenus moindres le temps d'adapter ses pratiques culturales et d'affiner sa maîtrise de l'outil.

Également, **l'aide et le suivi par un organisme professionnel (chambre d'agriculture, INRA, association de production) est indispensable pour les premiers cycles d'exploitation**. Ce partenariat, qu'il est conseillé de contractualiser dès la conception du projet, permettra notamment :

- de définir des pratiques agricoles idoines ;
- de faire fonctionner la serre (ventilation, gestion de l'humidité, etc) de façon adaptée aux cultures ;
- de bénéficier du retour d'expérience d'autres installations et capitaliser sur la filière.

Cette aide est indispensable notamment pour éviter l'apparition de nuisibles ou d'effet indésirables dus à la conception de la serre PV ou au choix de pratiques agricoles inadaptées.

SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS TECHNIQUES CONCERNANT LA CULTURE SOUS SERRE

La gestion d'une culture sous serre photovoltaïque est complexe. Ce système de production nécessite une excellente technicité de la part de l'agriculteur. Notamment, le passage d'une production plein champ vers une production sous serre PV nécessite une formation et un accompagnement spécifique.

Les panneaux photovoltaïques influent fortement sur le climat interne de la serre. Cette modification a une incidence sur le rendement de la culture, qu'il convient d'anticiper dans le bilan économique de l'opération.

Dès la conception du projet, la contractualisation d'un suivi-conseil par l'agriculteur avec un organisme spécialisé (chambre d'agriculture, INRA, association de production) est un moyen de fiabiliser la production agricole sous serre (gestion des nuisibles, adaptation des cultures et de leur placement, etc).

Les premières expérimentations de serres photovoltaïques, aujourd'hui en exploitation, permettent de constater les points suivants :

- la perte de luminosité induit parfois des pertes de rendement importantes par rapport à des systèmes serre classique ;
- la géométrie de la serre doit être pensée en fonction de la production agricole future et non pas des contraintes géographiques du lieu d'implantation ;
- la ventilation joue un rôle clé pour assurer de bonnes conditions d'hygrométrie et éviter l'accumulation de composés volatils néfastes. L'humidité ne doit pas être excessive pour éviter les problèmes et le pourrissement de certaines cultures ;
- la serre PV est un outil agricole complexe. L'agriculteur doit pouvoir y investir le temps nécessaire, tant au niveau de la définition du projet, de la phase travaux (qui conditionnent fortement la suite) que de l'exploitation agricole future.

La structure et les équipements doivent en premier lieu être pensés pour leur fonctionnalité agricole. Leur coût doit être négocié dès la genèse du projet. Ainsi, il est essentiel que tout projet définisse, dès la phase de conception, le type de culture envisagé et leur placement dans la serre en lien avec la luminosité offerte par la toiture photovoltaïque.

Face aux problèmes rencontrés par les installations en exploitation, les systèmes basés sur des innovations permettant de s'en affranchir sont à privilégier. La capitalisation des résultats issus de ces expérimentations est indispensable pour le développement de la filière des serres photovoltaïques.

CADRE RÉGLEMENTAIRE

Sur la base des principales contraintes techniques et de son implantation, tout projet doit faire l'objet d'une concertation continue avec les services instructeurs pour qu'il soit intégré au mieux dans son environnement et conforme à la réglementation.

• Les préalables d'un projet

Dès la définition du projet, il est fortement conseillé de se faire accompagner par un organisme technique qualifié (chambre d'agriculture, INRA, association de production) pour la définition du projet agricole.

Afin de prévenir d'éventuels points bloquants, une discussion avec les services en charge de l'instruction des autorisations nécessaires doit être tenue :

- avec la Mairie ou l'EPCI (si la compétence lui a été déléguée) pour l'obtention du permis de construire ;
- avec les services de l'État pour les autorisations environnementales.

Outre la conformité obligatoire du projet avec le document d'urbanisme en vigueur, le projet devra prendre en compte a minima :

- les contraintes des SDIS au niveau départemental en ce qui concerne les accès et les équipements minimaux ;
- la distance de raccordement qui ne devra pas excéder un ordre de 1 km/kWH pour que le projet reste économiquement viable²².

Enfin, les projets sur structures existantes ainsi que la démolition d'anciennes serres suivie de la construction de nouvelles structures plus compétitives et de meilleure qualité environnementale sont à prioriser.

Les projets sont déconseillés sur les zones à risques (soumis à fort aléa inondation), sur les sites classés ou inscrits et sur les toitures anciennes ne pouvant supporter une charge importante.

Pour rappel, la serre photovoltaïque ne doit pas être un moyen de permettre l'installation de panneaux photovoltaïques en zone agricole (zonage A ou N des documents d'urbanisme) dans le seul but de produire de l'énergie, mais doit accompagner une véritable cohabitation entre production solaire et production agricole.

²² À noter que la réfaction tarifaire issue de la loi n°2017-227 du 24 février 2017 permet de réduire les coûts de raccordement au réseau électrique des installations de production d'énergie renouvelable.



● Les autorisations administratives

L'autorisation relative à l'urbanisme

Les serres photovoltaïques sont considérées comme des bâtiments au sens du code de l'urbanisme. En effet, si les permis de construire des installations de production d'électricité sont de la compétence du préfet de département, le décret n° 2012-274 du 28 février 2012 dont est issu l'article R.422-2-1 du code de l'urbanisme précise que « les installations de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable accessoires à une construction ne sont pas des ouvrages de production d'électricité au sens du b de l'article L.422-2 ».

Les permis de construire (ou déclaration préalable) des serres photovoltaïques relèvent donc de la compétence des communes ou, dans le cas où la compétence leur a été déléguée, des intercommunalités. Dans le cadre de l'instruction des demandes d'autorisation, les services de l'État sont consultés (avis simple).

Suite à la délivrance du permis de construire, les préfets peuvent réaliser un contrôle de légalité.

Concernant les seuils de soumission au titre du code de l'urbanisme, les projets sont :

- dispensés de toute formalité, si la hauteur au-dessus du sol des châssis et serres est inférieure ou égale à 1,80 m ;
- précédés d'une déclaration préalable si la hauteur au-dessus du sol des châssis et serres est comprise entre 1,80 m et 4 m, et dont la surface au sol n'excède pas 2000 m² sur une même unité foncière ;
- précédés de la délivrance d'un permis de construire pour tous les autres projets.

Les études d'impact

Le décret n°2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes modifie les conditions de déclenchement des études d'impact pour un certain nombre d'installations de production d'énergie renouvelable.

Ainsi, selon les critères définis dans l'annexe III de la directive 85/337/ CE, les installations sur serres d'une puissance égale ou supérieure à 250 kWc sont soumises à un examen au « cas par cas ».

L'étude d'impact va se concentrer, pour les installations sur toitures existantes, principalement sur l'aspect paysager et d'intégration environnementale du projet. Ces aspects devront être soulignés dans les demandes d'avis au « cas par cas » de façon détaillée avec des représentations visuelles illustrant les impacts notamment paysagers.

L'autorisation environnementale unique

Sont considérées comme intégrant l'autorisation environnementale :

- les installations soumises à autorisation au titre de la loi sur l'eau ;
- les installations soumises à étude d'impact (autorisation supplétive).

Une procédure unique intégrée est mise en œuvre, conduisant à une décision unique du préfet de département, et regroupant l'ensemble des décisions de l'État relevant du code de l'environnement.

« L'autorité compétente pour autoriser un projet soumis à évaluation environnementale prend en considération l'étude d'impact, l'avis des autorités compétentes mentionné au V de l'article L 122-1



ainsi que le résultat de la consultation du public (mise à disposition du public). La décision de l'autorité compétente est motivée au regard des incidences notables du projet sur l'environnement. Elle précise les prescriptions que devra respecter le maître d'ouvrage ainsi que les mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire, et si possible compenser les effets négatifs notables. Elle précise également les modalités de suivi des incidences du projet sur l'environnement ou la santé humaine. La décision de refus d'autorisation expose les motifs du refus tirés notamment des incidences notables potentielles du projet sur l'environnement » (article L.122-1-1 du code de l'environnement).

L'autorisation d'exploiter l'énergie électrique

Selon le décret n° 2016-687 du 27 mai 2016 relatif à l'autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité, sont réputées autorisées les installations utilisant l'énergie radiative du soleil dont la puissance est inférieure à 50 MWc.

Sauf exception, les projets de serres photovoltaïques sont donc autorisés tacitement au titre du code de l'énergie.

Obligations relatives aux appels d'offres publiés par la CRE

Concernant les projets de serres photovoltaïques, les cahiers des charges des appels d'offres pour les « centrales sur bâtiments, serres et hangars agricoles et ombrières de parking de puissance comprise entre 100 kWc et 8MWc » et pour les « installations de production d'électricité innovantes à partir de l'énergie solaire » prévoient respectivement dans leurs articles 6.8.2 et 6.7.2 que les candidats dont l'offre a été retenue tiennent à disposition de l'administration une fiche d'information annuelle sur les volumes agricoles produits et les chiffres d'affaires approximatifs correspondants.



GRILLE D'ANALYSE D'UN PROJET DE SERRE PV

Les critères définis ci-après peuvent être utilisés par les collectivités au moment de l'instruction du permis de construire, ou de manière indirecte par les DDT(M) lors de leur avis sur les autorisations d'urbanisme ou concernant la délivrance des autorisations environnementales.

Ces critères peuvent aussi permettre aux porteurs de projets et aux exploitants agricoles de juger de la viabilité agronomique du projet et, le cas échéant, de les orienter pour faire les bons choix en amont et renforcer la résilience du projet agricole envisagé.

En particulier, les agriculteurs doivent bien intégrer que les serres photovoltaïques sont des outils « agrivoltaïque » complexes dont :

- les choix et modalités de construction de la serre conditionnent fortement la production agricole sous serres ;
- le montage juridique, administratif et financier est complexe et doit bien être compris par l'ensemble des parties prenantes ;
- les retours d'expérience sur les pratiques agricoles ne sont pas encore suffisants. Il est donc nécessaire d'être accompagné par un service expert, tant pour la définition du projet que pour le suivi de l'exploitation.

Ainsi, la viabilité d'un projet de serre photovoltaïque et plus globalement d'un projet agrivoltaïque, peut s'apprécier sur un ensemble de critères relatifs aux points suivants :

- la conformité réglementaire et environnementale du projet (1^{er} tableau) ;
- la pérennité économique et agronomique de la production agricole envisagée (2^e tableau) ;
- la cohérence technique du projet (3^e tableau).

Il est rappelé que le pré-requis de tout projet est le respect de la réglementation relative à l'urbanisme et à l'environnement. Le respect des éléments suivants ne peut être utilisé comme support des procédures d'autorisation (permis de construire, autorisation environnementale, etc).



• Les critères réglementaires

Point d'analyse	Favorable	Défavorable
Adéquation du projet avec la destination des sols et les documents d'urbanisme	Compatibilité du projet avec les documents d'urbanismes SCOT/PLU	Pas d'adéquation avec la destination du sol
Prise en compte de l'aspect « eau » dans le projet	Intégration des doctrines « police de l'eau » (imperméabilisation, pollution et prélèvement des eaux souterraines et superficielles) Conformité loi sur l'eau et avec le programme d'action régional nitrate Récupération des eaux pluviales et valorisation (irrigation, etc)	Pas de prise en compte de l'aspect eau ni de valorisation des eaux pluviales
Biodiversité	Pas ou peu d'effets d'emprise, de coupure, de fragmentation des milieux naturels, des continuités écologiques et de perturbation ou destruction des espèces Si impacts, mise en place de mesures ERC adaptées Dispositifs effaroucheurs pour les oiseaux	Zone à statut de protection, Natura 2000, présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées – impacts résiduels forts sur les habitats et les espèces – pas de mesures ERC (cf. loi biodiversité)
Paysage et patrimoine	Paysage existant de serres Impacts maîtrisés sur les perceptions visuelles depuis les habitations riveraines et les points de vue accessibles au public (de l'échelle rapprochée à l'échelle lointaine)	Site classé ou inscrit ou protégé par une directive paysagère Atteinte aux éléments patrimoniaux (périmètre de monument historique) Destruction de vestiges archéologiques Co-visibilité forte avec des espaces ou éléments paysagers remarquables Rupture d'échelle avec le paysage environnant (végétation et bâti)
Risques	Hors zone d'aléa fort Mesures adaptées : bassins de rétention Prise en compte du risque incendie : respect de la doctrine départementale SDIS	En zone d'aléa fort
Effets cumulés	Absence d'effets cumulés ou effets cumulés limités sur l'environnement (tous critères environnementaux) avec d'autres projets	Effets cumulés sur l'environnement avec d'autres projets de serres PV ou agrivoltaïque

• Les critères du projet agricole

Point d'analyse	Favorable	Défavorable
Appréciation globale sur le projet	Inscription du projet de serres dans un projet agricole global en complément d'autres cultures hors serres PV sur l'exploitation.	Projet agricole pas ou mal défini, pas de cohérence entre le projet agricole sous serre et la production du reste de l'exploitation, projet trop important par rapport au reste de l'exploitation
Qualité du porteur de projet	Dossiers administratifs déposés au nom de l'agriculteur qui utilisera la serre et portés également par l'agriculteur	Dossier porté par un énergéticien uniquement
Localisation du projet	<p>Sont à prioriser :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les projets sur structures existantes, • l'utilisation de terrains en friches, • la réhabilitation d'anciennes serres ou de serres dégradées et la construction de nouvelles structures plus compétitives et de meilleure qualité environnementale sur le même site, • les projets innovants pour autant que l'innovation soit au service de la production agricole. <p>Viser à la compacité des constructions pour éviter le mitage des paysages</p>	<p>Juxtaposition de serres PV pour éviter les effets d'aubaines avec des cumuls d'installations PV de puissance juste inférieures aux seuils d'étude d'impact et de tarif d'achat :</p> <ul style="list-style-type: none"> • exemple : deux projets proches inférieurs à 100kWc (seuil tarif d'achat/appel d'offres) ; • exemple : deux projets proches inférieurs à 250kWc (seuil étude d'impact au cas par cas).
Projet agronomique envisagé	<p>Cohérence entre la conception de la serre et les rotations (assolement) culturales envisagées (taux d'occupation annuelle suffisante)</p> <p>Stratégie de placement des cultures prévue par rapport au positionnement des panneaux PV, sur un cycle annuel : idéalement sur la base d'une modélisation 3D de l'ensoleillement de la serre durant les différents mois de l'année et de la journée</p> <p>Accompagnement formalisé et pluriannuel avec un organisme professionnel spécialisé : en complément des compétences de l'agriculteur (culture sous abri, maraîchage, horticulture)</p>	<p>Choix de culture non adapté ou non prévu au stade projet.</p> <p>Pas de schéma de placement de culture dans la serre PV, ni de stratégie de placement par rapport aux modules PV en toiture</p> <p>Pas de suivi avec un organisme professionnel ou spécialisé pour lancer les premiers cycles de culture</p>
Économie de la production	<p>Période de production des cultures prévue et cohérente avec un marché pour la vente</p> <p>Étude de marché pour établir le débouché prévu pour la production et rentabilité de celle-ci (vente d'une culture en saison à forte valeur ajoutée)</p> <p>Dimensionnement du projet proportionné aux possibilités de l'exploitation agricole (moyens humains, matériels, outillage, etc)</p>	Économie du projet non anticipée

• Les critères techniques

Point d'analyse	Favorable	Défavorable
Surface de panneaux PV par rapport à la surface cultivée sous serres	<p>Optimisation de la géométrie de la serre pour favoriser l'apport de lumière extérieure (serre peu profonde, limitation de la surface des panneaux dans certaines zones pour éviter les phénomènes de cavités (centre de la serre)</p> <p>Technique innovante pour optimiser la diffusion de la lumière dans la serre (homogénéité et propagation, placement des modules en toiture)</p>	<p>Partage lumineux déséquilibré entre production électrique et agricole</p> <p>Placement des panneaux en toiture non réfléchi avec la production agricole sous la serre</p> <p>Priorité donnée à la production PV par rapport à la production agricole</p> <p>Serre PV avec un effet de cavité sombre en son centre</p>
Descriptif technique du projet	<p>Une serre agricole doit être fermée de tous les côtés pour générer de l'effet de serre (hors dispositif nouveau dynamique d'ombrage sur culture)</p> <p>Mise en exploitation agricole de la quasi-totalité de l'unité foncière réservée par la serre photovoltaïque</p> <p>La serre a une taille suffisante, en surface et en hauteur (les serres « cathédrales » font 7-8 m de haut) pour assurer une gestion climatique cohérente</p> <p>Serre bien équipée pour la culture (dispositif d'irrigation, abri pour outillage...)</p> <p>Système de ventilation suffisamment dimensionné, fonctionnel et dont le fonctionnement n'est pas limité par la production photovoltaïque (notamment pour les ouvrants en toiture)</p> <p>Installations électriques accessibles sans gêne pour la production agricole (cheminement spécifiques, espacements suffisants, etc)</p>	<p>Construction de serres sans parois latérales</p> <p>Surconsommation foncière (espace non cultivable trop important par rapport à la surface de panneaux PV en toiture)</p> <p>Serre dépourvue d'équipements</p> <p>Absence d'un sol support compatible avec une production agricole</p>
Si projet avec innovation	<p>Dispositif innovant avec brevet / soutien par un organisme expert et suivi de la production agricole envisagée</p> <p>Dispositif innovant lauréat à un appel d'offre de la CRE</p>	<p>Dispositif innovant sans brevet ou d'appui d'un organisme expert</p> <p>Innovation « alibi » non étayée par une démarche scientifique ou ne concernant pas le projet agricole</p>
Remise en état du site	<p>Démantèlement, recyclage prévu des panneaux photovoltaïques et remise en état du site en fin d'exploitation. La procédure en cas de défaillance d'un des acteurs (agriculteur ou entreprise solaire) doit être prévue</p>	<p>Pas de scénario de fin de vie du projet de prévu</p>

LE DÉVELOPPEMENT PAR L'INNOVATION

La filière des serres photovoltaïques est en phase de développement et encore non mature. Il est donc nécessaire, sur la base des installations et connaissances existantes, de privilégier la recherche et l'innovation dans ce secteur.

Face à des architectures de serre au design priorisant la production électrique, des innovations s'éloignant des concepts existants sont en cours d'expérimentation et de développement.

Plusieurs axes de recherche sont développés pour travailler sur la synergie entre panneaux photovoltaïques et production agricole sous serre. Ceux-ci concernent :

- **L'optimisation de la conception des serres et des panneaux photovoltaïques avec par exemple...**

- ...la réduction de la densité des panneaux à des emplacements clés (par exemple au centre de la serre) ;

- ...des systèmes innovants de transmission et de répartition de la lumière à l'intérieur de la serre ;

- ...des solutions de types panneaux « trackers », pilotés et orientables, ce qui permettrait d'ajuster le partage d'énergie lumineuse entre la production agricole et d'énergie photovoltaïque.

- **La sélection de plantes adaptées** ; espèces végétales innovantes, systèmes de production agricole moins intensifs, exigences de qualité élevées, etc.

Les innovations ne doivent pas être de simples « artifices », mais doivent s'appuyer sur une véritable démarche scientifique et industrielle (dépôt de brevet, modélisation amont, suivi et instrumentation de la serre). **L'optimisation de la production agricole doit rester la destination première de l'installation.**

Par ailleurs, un certain nombre de projets s'éloignent des projets classiques de « serres PV » sur terrain agricole. La plupart de ces solutions sont encore coûteuses et peu compétitives et de réels problèmes techniques subsistent encore. Ces difficultés pourraient néanmoins être levées d'ici quelques années, ce qui rendrait obsolètes les serres photovoltaïques actuelles. Voici quelques exemples de programme de recherche et de développement autour de variations d'usages par rapport aux serres PV actuelles :

- **Développement de panneaux solaires semi-transparents** par certains professionnels
L'une des principales avancées est la mise au point de films organiques transparents capables de générer de l'électricité. Ces films interceptent une partie de la longueur d'onde de la lumière (UV et visible) et laissent filtrer la majeure partie de la lumière nécessaire à la plante. La réalisation d'un film résistant de grande dimension, propre à se déployer sur une serre agricole n'est pas encore possible.
- Conception de bâtiments pour abriter et contrôler une **production en hydroponie**²³ sous climat artificiel, répartie sur des plateaux techniques superposés.
- Amplification des couleurs bénéfiques pour les plantes (les rouges augmentent la réponse photosynthétique).

23 L'hydroponie est la culture de plantes réalisée sur un substrat neutre et inerte (de type sable, pouzzolane, billes d'argile, laine de roche, etc.)



• Un soutien des organismes publics : La mise au point d'un programme de recherche par l'INRA

Les études menées par l'INRA portent sur la recherche d'un optimum entre production électrique photovoltaïque et production végétale. Pour cela l'INRA va réaliser la construction de deux prototypes de serres photovoltaïques.

Les résultats des différentes simulations sur l'optimisation du design des serres seront confrontés aux contraintes techniques des constructeurs de serres et de panneaux photovoltaïques pour conduire au meilleur compromis technologique. Une serre photovoltaïque prototype sera ensuite construite sur chaque site d'expérimentation (IRF et INRA) selon le design optimal défini dans la phase précédente. Ces réalisations permettront de valider les résultats de simulation via l'enregistrement en continu des données climatiques.

D'un point de vue physique et biologique, le projet de R&D se déclinera selon les axes suivants :

- **Axe 1 : Optimisation du design et de l'équipement des serres intégrant des panneaux photovoltaïques**

L'objectif de cette partie du projet est d'intégrer la présence de panneaux photovoltaïques dans les travaux en cours de simulation du climat intérieur d'une serre. L'étude se basera sur de premiers résultats de simulation du rendement photovoltaïque qui ont déjà permis d'établir un design jugé optimal des serres par rapport à des facteurs de densité maximale des panneaux, d'inclinaison par rapport à l'ombre portée, et de coût de l'infrastructure.

Après validation et/ou investigations complémentaires, une évaluation de l'influence de modifications par rapport à cet optimum des différents paramètres de la serre sera menée (densité des panneaux, positionnement, design global de la serre, caractéristiques des ouvrants).

- **Axe 2 : Sélection d'espèces végétales adaptées à ce système de production**

La quasi-totalité des études agronomiques et génétiques ont été réalisées dans un contexte d'ensoleillement maximum. Les modèles de production de plantes élaborés ces dernières années ne prédisent pas la productivité d'une culture ombragée. Or, le développement d'une plante n'est pas altéré de la même manière selon le stade physiologique qui est soumis à un déficit de lumière.

Ce domaine est donc mal connu, et il est impossible de conseiller aujourd'hui le choix d'espèces adaptées à un ensoleillement réduit mis à part pour des cultures floricoles déjà classiquement cultivées en conditions ombrées (orchidées, ruscus, plantes aquatiques, plante d'appartement, etc).

- **Axe 3 : La mise au point de panneaux photovoltaïques innovants adaptés au système serre**

La difficulté majeure pour les concepteurs et les fabricants de modules photovoltaïques réside dans la tentative de faire co-exister deux utilisateurs d'une même source d'énergie (la lumière), disposés les uns (PV) sur les autres (culture), tout en minimisant leur compétition.

- **Axe 4 : Pertinence et acceptabilité socio-économique et environnementale des systèmes mixtes innovants.**

Le projet doit étudier la possibilité d'intégration lumineuse afin d'optimiser la qualité des productions des cultures les plus valorisables, conduites en serres photovoltaïques multifonctionnelles. Ceci dans le but d'atteindre et de maintenir des standards de production de qualité élevés dans des conditions défavorables (réduction de la lumière disponible en superposant panneaux photovoltaïques, périodes de la journée à court ou nuageux) .

Ce projet permettra à la filière agrivoltaïque de disposer de données techniques permettant d'orienter la recherche et le développement de pratiques culturales et de production agricole compatibles avec de la production d'énergies renouvelables.



CONCLUSION

Bien que la production d'énergie photovoltaïque ait connu une croissance soutenue ces dernières années, elle continue de représenter une part très faible de la consommation électrique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : 1223 MW de puissances raccordées ont permis de produire 1622 GWh sur l'année 2018. Ainsi, **la production d'énergie photovoltaïque ne permet de couvrir que 4 % de la consommation électrique totale de la région**. Si cette part représente la quatrième la plus importante de France (voir carte ci-contre), elle reste très insuffisante face à l'impérieuse nécessité de développer les énergies renouvelables dans le mix énergétique.

Les objectifs fixés par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et par le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) fixent le cadre, aussi ambitieux soit-il, dans lequel le développement de l'énergie photovoltaïque doit s'inscrire ces prochaines années.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur, forte d'un taux d'ensoleillement exceptionnel (facteur de charge de 15,6 %, le plus élevé de France) entend bien se donner les moyens de ses ambitions et appelle l'ensemble des acteurs de la filière photovoltaïque à se mobiliser pour répondre à ces objectifs.

Le développement de la filière photovoltaïque ne doit néanmoins se faire au détriment des autres enjeux prioritaires de la région, à savoir, **la préservation du patrimoine naturel, paysager et architectural et des terres agricoles**.

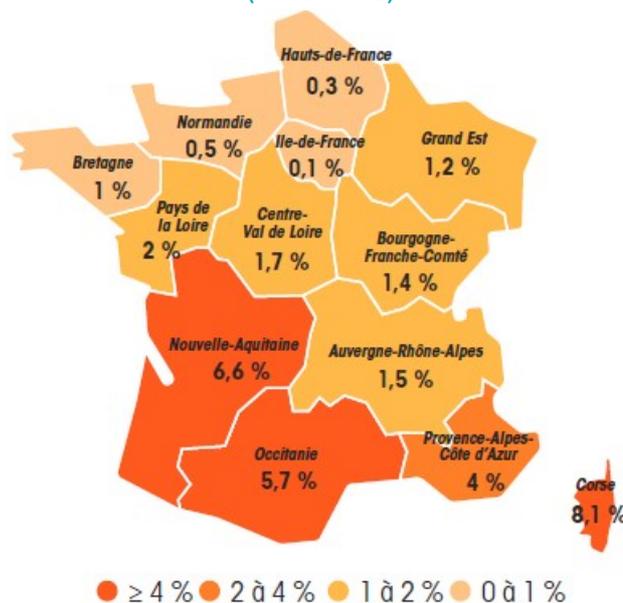
C'est pourquoi les services de l'État, dans le cadre de leurs missions d'instruction et de contrôle, favoriseront le développement des projets photovoltaïques les plus en adéquation avec les enjeux des territoires, c'est-à-dire :

- l'installation de panneaux photovoltaïques sur les **toitures et ombrières des parkings existants** ;
- l'installation de panneaux photovoltaïques sur les **surfaces déjà anthropisées et les terrains dits « dégradés »** ;
- sous réserve d'un accompagnement et d'un suivi adapté, l'installation de panneaux photovoltaïques sur des structures relevant de l'agrivoltaïsme.

Suite à de premiers retours d'expériences, l'opportunité d'investir les plans d'eau artificialisés sera développée dans une prochaine version du document cadre.

Les services de l'État, au travers des « guichets uniques », sont à la disposition des élus et des acteurs du photovoltaïque pour mener à bien le développement de leurs projets, en cohérence avec les enjeux du territoire.

Couverture de la consommation par la production solaire en 2018
(source : RTE)



ANNEXES

Annexe 1 : les « guichets uniques » par département.....	81
Annexe 1 bis : les doctrines départementales et locales.....	81
Annexe 2 : les contrôles.....	82
Annexe 3 : exemples d'installations sur toitures et ombrières de parking.....	83
Annexe 4 : la consommation d'espace en Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	93
Annexe 5 : éligibilité aux appels d'offres de la CRE.....	94
Annexe 5 bis : lise des terrains dégradés dits « cas 3 ».....	95
Annexe 6 : raccordement des projets au réseau.....	96
Annexe 8 : rappels sur les serres agricoles.....	97
Annexe 9 : typologie des installations rencontrées.....	99

Annexe 1 : les guichets uniques par département

Pour le département des Alpes-de-Haute-Provence

Le fonctionnement du guichet unique est expliqué pages 12 et 15 du document suivant :
http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20180628_guidepv04.pdf

Pour le département des Bouches-du-Rhône

Le fonctionnement du guichet unique, appelé ici CTDEN (Commission Technique Départementale des Energies Nouvelles), est expliqué à la page 16 du document suivant :
http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_CTDEN_-_decembre_2015.pdf

Pour le département du Var

Le fonctionnement du guichet unique est expliqué au lien suivant :
<http://www.var.gouv.fr/guichet-unique-centralise-guc-a6380.html>

Pour le département du Vaucluse

Le fonctionnement du guichet unique est expliqué au lien suivant :
<http://www.vaucluse.gouv.fr/un-point-d-entree-unique-pour-les-projets-d-a11879.html>

Annexe 1 bis : les doctrines départementales et locales

Doctrine de la DDT des Alpes-de-Haute-Provence :

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-doctrines-relatives-aux-projets-d-a8601.html>

Doctrine de la DDTM des Alpes-Maritimes :

Doctrine en cours de révision

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-doctrines-relatives-aux-projets-d-a8601.html>

Doctrine de la DDTM des Bouches-du-Rhône :

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-doctrines-relatives-aux-projets-d-a8601.html>

Doctrine de la DDTM du Var :

<http://www.var.gouv.fr/photovoltaique-r285.html>

Doctrine de la DDT du Vaucluse :

www.vaucluse.gouv.fr/le-photovoltaique-en-vaucluse-a11824.html

Doctrine du Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume

<http://pnr-saintebaume.fr/docutheque.html>

Doctrine du Parc Naturel Régional du Luberon

https://www.parcduluberon.fr/wp-content/uploads/2019/01/2018_cs_120.pdf

Doctrine du Parc Naturel Régional du Verdon

http://parcduverdon.fr/sites/default/files/pnrverdon/pdf/2010_positionpnr-verdon-centrales-pv-au-sol.pdf

Annexe 2 : les contrôles

Le décret n°2016-1726, pris en application des articles L.311-13-5, L.311-14, L314-7-1 et L.314-25 du code de l'énergie, précise les modalités de contrôle des installations de production d'électricité bénéficiant d'un contrat d'obligation d'achat ou de complément de rémunération, qui peut avoir été conclu soit en application d'un arrêté tarifaire, soit dans le cadre d'un appel d'offres public.

Ces contrôles peuvent avoir lieu en deux temps :

- lors de la mise en service des installations ;
- pendant la période d'exploitation de l'installation.

Le contrôle des installations vise à assurer leur conformité avec les prescriptions s'appliquant au producteur bénéficiant d'un soutien public.

Les contrôles prévus par le décret s'appliquent :

- aux installations nouvelles, pour lesquelles la prise d'effet du contrat sera conditionnée à la fourniture d'une attestation de conformité délivrée par les organismes agréés ;
- ainsi qu'aux installations existantes, en cas de modification de l'installation ou de contrôle périodique, ou encore de contrôle imposé par le ministre chargé de l'énergie ou le préfet de région.

L'objectif général de ces contrôles pour les installations photovoltaïques sur serre est de bien s'assurer du respect des clauses du cahier des charges pour les lauréats aux appels d'offre de la CRE. Ils ont pour objectif la mise en place d'une filière de production photovoltaïque de haute qualité environnementale et technique.

Conséquence pour l'installation en cas de non-conformité

L'article 2 du décret n°2016-1726 précise les sanctions administratives encourues lorsqu'un manquement est constaté ou lorsque le préfet est informé de la non-conformité d'une installation par un organisme agréé.

Ces sanctions sont principalement la suspension, puis la résiliation du contrat d'obligation d'achat ou de complément de rémunération.

Tout d'abord, le préfet peut mettre en demeure le producteur, après manquement constaté suite à un contrôle, de respecter les obligations découlant de son contrat.

Passé le délai imparti au producteur pour présenter ses observations et au regard des éléments transmis, le préfet de région peut demander au producteur des éléments complémentaires et, le cas échéant, fixer un nouveau délai pour qu'ils lui soient transmis. Une fois expirés le ou les délais ainsi impartis au producteur, le préfet peut :

- soit abandonner la procédure et demander, le cas échéant, au producteur de déposer une demande de modification de son contrat ;
- soit poursuivre la procédure. Dans ce cas, il enjoint au cocontractant de suspendre le contrat ainsi que le versement des sommes mentionnées à l'article R.311-29, par lettre recommandée avec demande d'avis de réception dont il transmet une copie à la commission de régulation de l'énergie. Il en informe le producteur par la même voie. À la réception de la demande du préfet, le cocontractant met en œuvre les mesures nécessaires à la suspension du contrat ;
- soit prononcer une sanction pécuniaire à l'encontre du producteur.

Annexe 3 : exemples d'installations sur toitures et ombrières de parking

LEGENDE

Centrale
sur bâtiment

Ombrière
de parking

Injection réseau

Autoconsommation

Zone industrielle

Centre commercial

Bâtiment
de collectivité

A. Le Muy : toiture de hangar industriel (2011)

B. Port St Louis du Rhône : sur toiture d'entrepôt (2016)

C. Antibes : garde-corps en toiture (2016)

D. Antibes : toiture de supermarché (2015)

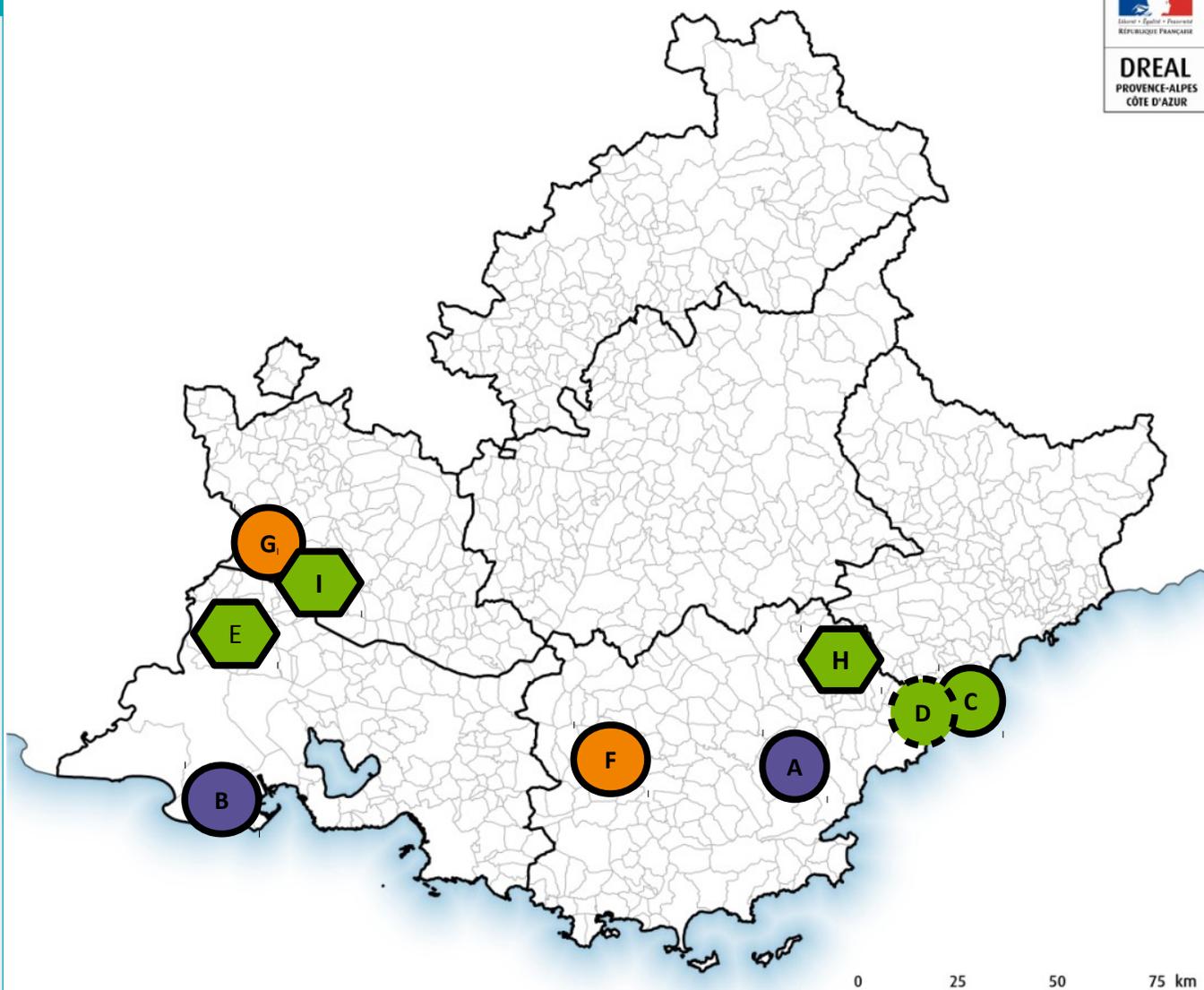
E. St Étienne du Grès : ombrière sur marché (2017)

F. Brignoles : toiture du collège (2015)

G. Avignon : ombrière sur parking de la gare SNCF (2016)

H. Montauroux : toiture du collège (2015)

I. Avignon : sur toiture de supermarché (2017)



Présentation du projet :

Puissance installée : 1 511 kWc

Surface : 11 130 m²

Mise en service : par tranche de 2010 à 2011

Production : équivalente à la consommation annuelle de 726 foyers (hors chauffage)

Type d'usage : injection réseau

**Réalisation :**

Début du projet : 2009

Projet hors appel d'offres : ancien tarif d'achat 0,60 €/Kwh

Coût d'investissement : 6,2 M€

Acteurs impliqués : DREAL (ICPE), SDIS, Mairie, GPMM, MEDIACO VRAC, URBASOLAR, Tenbar, Tenergy Développement, SARL Barret Frères, Mairie du Muy

Autorisations obtenues : déclaration préalable pour la partie photovoltaïque et création de locaux techniques

Présentation du projet :

Puissance installée : 2 069 kWc
 Surface : 29 100 m²
 Mise en service : 2016
 Production : 2 730 MWh/an, équivalente à la consommation de plus 1 500 foyers français (hors chauffage)
 CO₂ évité : 697 t/an

**Réalisation :**

Début du projet : 2013
 Projet lauréat à l'appel d'offres CRE2 (2013)
 Coût d'investissement : NC
 Acteurs impliqués : DREAL (ICPE), SDIS, Mairie, GPMM, MEDIACO VRAC, URBASOLAR

Le projet :

Le groupe MEDIACO VRAC, filiale du groupe MEDIACO LEVAGE, est spécialisé dans la logistique portuaire et la production d'huiles. Engagé dans une politique de Développement Durable avec notamment la récupération du tourteau issu du broyage de pépins de raisins qui sert de combustible pour les unités de biomasse, la mise en place d'une centrale photovoltaïque lors de la rénovation de la toiture de son bâtiment s'est imposée comme une évidence pour le groupe.

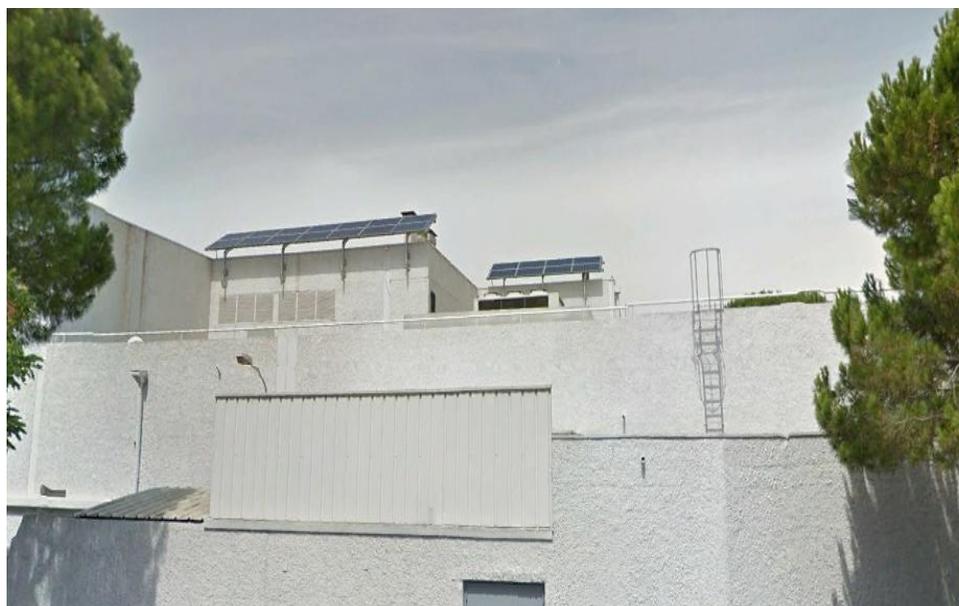
Présentation du projet :

Puissance installée : 9 kWc

Surface : 12 m linéaires de garde-corps

Mise en service : juillet 2016

Type d'usage : injection réseau

**Réalisation :**

Début du projet : 2014

Coût d'investissement : 30 000 €

Temps de retour sur investissement : 12 ans

Acteurs impliqués : GreenYellow et exploitants du magasin

Condition du passage à l'acte : accord du propriétaire

La centrale est détenue par une société projet 100 % à GreenYellow.

Une convention d'occupation a été régularisée entre le propriétaire et la société de projet.

GreenYellow rentabilise son investissement en vendant l'électricité dans le cadre d'un contrat d'achat sur une durée de 20 ans

Autorisation d'urbanisme : déclaration préalable

Réglementation ERP : autorisation de travaux

Présentation du projet :

Puissance installée : 250 kWc

Surface : 1 507,5 m²

Mise en service : novembre 2015

Type d'usage : Autoconsommation

**Réalisation :**

Début du projet : 2015

Acteurs impliqués : Castorama et GreenYellow

Conditions de passage à l'acte : volonté de faire de l'autoconsommation et solution technique satisfaisante apportée par GreenYellow.

Modèle économique du projet : en tant que contractant général GreenYellow a construit la centrale, Castorama rentabilise son investissement à travers une diminution de sa facture énergétique

Autorisation d'urbanisme : déclaration préalable
Réglementation ERP : autorisation de travaux

Présentation du projet :

Puissance installée : 4 400 kWc

Surface : 2,75 ha

Mise en service : 16/05/2017

Production : 6 140 MWh, équivalente à la consommation de plus 1 500 foyers français

Type d'usage : Injection réseau

**Réalisation :**

Projet lauréat à l'AO CRE3 de décembre 2015

Construction de la centrale solaire de janvier à mai 2017

Coût d'investissement : 7 millions €

Tarif d'achat de l'électricité par EDF OA : 133 €/MWh

Maîtrise d'ouvrage conception construction et exploitation : CORUSCANT

Partenaire minoritaire co-investisseur : Caisse des Dépôts et consignation

Modèle environnemental du projet :

- Permis de construire obtenu le 20 mars 2015
- Les ombrières photovoltaïques permettant la production d'électricité d'origine solaire sans consommation supplémentaire de foncier

Présentation du projet :

Puissance installée : 236 kWc
 Surface : 1 500 m²
 Mise en service : janvier 2015
 Production : 5 780 MWh sur 20 ans équivalente à la consommation électrique de 339 habitants en 2016
 CO₂ évité : 95 tonnes en 2016
 Type d'usage : Injection réseau

**Réalisation :**

Début du projet : 2013
 Coût d'investissement : 332 610 €
 Temps de retour sur investissement : 17 ans

Aide d'État (AO CRE tarif d'achat) : 16 c€/kWh
 Lauréat à l'appel d'offres simplifié sur bâtiment du 22/03/2015 – 1ère période

Acteurs impliqués : Conseil Général du Var

Modèle environnemental du projet :

- Déclaration préalable de travaux, Utilisation de panneaux français pour limiter l'impact transport,
- Choix du bac acier gris/bleu à la demande du CG83

Présentation du projet :

Puissance installée : 1 100 kWc

Surface : 5 500 m²

Mise en service : 29/03/2016

Production : 1 400 Mwh/an équivalente à la consommation de plus de 900 habitants

CO₂ évité :

Type d'usage :

**Réalisation :**

18/04/2014 : projet lauréat à l'AO CRE2

01/12/2015 : démarrage du chantier

17/12/2015 : signature de la convention d'occupation

Coût d'investissement : 7 millions €

Tarif d'achat de l'électricité par EDF OA : 133 c€/kWh

Maîtrise d'ouvrage conception construction et exploitation :
CORUSCANT

Partenaire minoritaire co-investisseur : Caisse des Dépôts et
consignation

Modèle environnemental du projet :

- Permis de construire obtenu le 20 mars 2015
- Les ombrières photovoltaïques permettant la production d'électricité d'origine solaire sans consommation supplémentaire de foncier

Présentation du projet :

Puissance installée : 183 kWc

Surface : 1 200 m²

Mise en service : janvier 2015

Production sur 20 ans : 4 560 MWh, (production équivalente à la consommation électrique de 339 habitants en 2016)

CO₂ évité : 75 tonnes (en 2016)

Type d'usage : Injection réseau

**Réalisation :**

Début du projet : 2013

Coût d'investissement : 291 410 €

Temps de retour sur investissement : 17 ans

Aide d'État (AO CRE tarif d'achat) : 17,40 c€/kWh

Lauréat à l'appel d'offres simplifié sur bâtiment du 22/03/2015 – 1ère période

Acteurs impliqués : Conseil Général du Var

Modèle environnemental du projet :

- Déclaration préalable de travaux, Utilisation de panneaux français pour limiter l'impact transport,
- Choix du bac acier gris/bleu à la demande du CG83

Présentation du projet :

Puissance installée :	1 030 kWc
Surface :	500 places de parking au sol
Mise en service :	07/06/2017
Production annuelle :	6 140 MWh
CO ₂ évité :	310 tonnes

**Réalisation :**

Coût d'investissement : 7 millions d'euros

Tarif d'achat de l'électricité par EDF OA : 133 c€/kWh

1. Accord avec le partenaire 17 juin 2014
2. Dépôt Permis de Construire 8 décembre 2014
3. Obtention Permis de Construire 13 mars 2015 (ABF consulté mais pas de remarques)
4. Demande de Raccordement 6 février 2015
5. Dépôt Appel d'offres CRE3 1er Juin 2015
6. Résultats Appel d'Offres CRE3 7 décembre 2015
7. Début des Travaux sur site 5 février 2017

Modèle environnemental du projet :

Permis de construire obtenu le 20 mars 2015

Annexe 4 : la consommation d'espace en PACA

L'INSEE pointe en Provence-Alpes-Côte d'Azur une artificialisation des sols trop rapide, avec **une consommation foncière deux fois plus rapide que l'évolution démographique**, au détriment essentiellement des terres agricoles (25 % du territoire), en constante régression depuis plus de 20 ans (de 918 000 ha en 2000 à 783 000 ha en 2017).

Occupation du territoire PACA (source « Statistiques agricoles annuelles »)

Surfaces (en km ²) et part (en%)	2000		2010		2017	
	Agriculture	9 183	29 %	8 363	26 %	7 830
Bois, forêt, surfaces naturelles	20 496	64 %	21 048	66 %	20 860	65,5%
Sols artificialisés	2 125	7 %	2 393	8 %	3 110	10 %

Les dynamiques de consommation d'espace sont relativement hétérogènes entre les six départements de la région. Néanmoins, une caractéristique commune est la **baisse tendancielle des surfaces agricoles** ces vingt dernières années.

Occupation du territoire par département (source DRAAF, SRISE)

Part (en %)	Alpes-de-Haute Provence			Hautes-Alpes			Alpes-Maritimes			
	Année	2000	2010	2017	2000	2010	2017	2000	2010	2017
Agriculture		33	28	27	39	38	37	20	14	13
Bois, forêt, surfaces naturelles		65	70	70	59	59	60	73	78	78
Sols artificialisés		2	2	3	2	3	3	7	8	9

Part (en %)	Bouches-du-Rhône			Var			Vaucluse			
	Année	2000	2010	2017	2000	2010	2017	2000	2010	2017
Agriculture		30	30	27	15	13	12	37	35	32
Bois, forêt, surfaces naturelles		56	56	52	77	77	76	52	54	53
Sols artificialisés		14	14	21	7	10	12	11	11	15



Annexe 5 : éligibilité aux appels d'offres de la CRE

Afin de préserver les espaces boisés et agricoles et de minimiser l'impact environnemental des projets, seules peuvent concourir à l'appel d'offres des centrales au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 30 MWc, publié par la commission de régulation de l'énergie (CRE) sur la période 2016-2020, les installations dont l'implantation remplit l'une des trois conditions suivantes :

- **Cas 1 – Le Terrain d'implantation se situe sur une zone urbanisée ou à urbaniser d'un PLU** (zones « U » et « AU ») ou d'un POS (zones « U » et « NA »).

- **Cas 2 – l'implantation de l'installation remplit les trois conditions suivantes :**
 - a) le terrain d'implantation se situe sur une zone naturelle d'un PLU ou d'un POS portant mention « énergie renouvelable », « solaire », ou « photovoltaïque », ou sur toute zone naturelle dont le règlement du document d'urbanisme autorise explicitement les installations de production d'énergie renouvelable, solaire ou photovoltaïque ou sur une zone « constructible » d'une carte communale ;

et

b) le terrain d'implantation n'est pas situé en zones humides, telles que définies au 1° du I de l'article L. 211-1 et l'article R211-108 du code de l'environnement ;

et

c) le projet n'est pas soumis à autorisation de défrichement, et le terrain d'implantation n'a pas fait l'objet de défrichement au cours des cinq années précédant la date limite de dépôt des offres. Par dérogation, un terrain appartenant à une collectivité locale (ou toutes autres personnes morales mentionnées au 2° du I de l'article L. 211-1 du code forestier) et soumis à autorisation de défrichement, est considéré au sens du présent cahier des charges comme remplissant la présente condition de non-défrichement dès lors qu'il répond à l'un des cas listés à l'article L 342-1 du code forestier.

- **Cas 3 – le terrain d'implantation se situe sur un site dégradé** (voir annexe 5 bis).

Au-delà de la caractérisation du terrain d'implantation, il est primordial d'étudier l'occupation du sol et les enjeux décrits dans la grille précédente.



Annexe 5 bis : liste des terrains dégradés dits « cas 3 »

Le cahier des charges relatif à l'appel d'offres des centrales au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 30 MWc précise la liste des terrains considérés comme dégradés²⁴. Ainsi, un projet sera considéré comme relevant du « cas 3 » si et seulement si :

- Le site est un ancien site pollué, pour lequel une action de dépollution est nécessaire ;
- Le site est répertorié dans la base de données BASOL ;
- Le site est un site orphelin administré par l'ADEME ;
- Le site est une ancienne mine ou carrière, sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- Le site est une ancienne Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD), sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- Le site est une ancienne Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- Le site est une ancienne Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI), sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- Le site est un ancien terril, bassin halde, ou terrain dégradé par l'activité minière, sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- Le site est un ancien aérodrome ou un délaissé d'aérodrome ;
- Le site est un délaissé portuaire routier ou ferroviaire ;
- Le site est une friche industrielle ;
- Le site est situé à l'intérieur d'un établissement classé pour la protection de l'environnement (ICPE) soumis à autorisation ;
- Le site est un plan d'eau (installation flottante) ;
- Le site est en zone de danger d'un établissement SEVESO ou en zone d'aléa fort ou majeur d'un PPRT.

Les projets relevant du « cas 3 » bénéficient d'une augmentation de leur note lors de l'évaluation des projets soumis dans le cadre de l'appel d'offres.

²⁴ <https://www.cre.fr/>



Annexe 6 : raccordement des projets au réseau

Pour les grandes installations au sol, les enjeux de raccordement aux réseaux d'électricité sont prépondérants et doivent être intégrés à l'étude d'impact du projet. Ils structurent la réflexion dans un rayon de 15 à 20 kilomètres autour du poste source ou d'un réseau propice au raccordement et fixent ainsi une échelle pour la sélection du site et la prise en compte des autres enjeux.

Les gestionnaires de réseau pour la France métropolitaine sont Enedis et les Entreprises Locales de Distribution (ELD). Leurs rôles résident dans le maintien du réseau électrique basse tension et moyenne tension, sur le territoire français continental.

Si la puissance de l'installation est supérieure à 12MW, RTE (Gestionnaire du Réseau de Transport d'Électricité) est le principal interlocuteur pour l'ensemble des démarches de raccordement.

• Demande de raccordement

Les procédures sont différentes selon que les installations de production sont inférieures ou égales à 36 kVA (voir articles D342-5 et suivants et L342-1 et suivants du code de l'énergie).

Les travaux de raccordement seront assurés par Enedis ou par la régie locale et le plus souvent sous-traités à une entreprise. La mise en service est quant à elle réalisée par un agent d'Enedis.

• Prix du raccordement

Le prix du raccordement n'est pas fixe mais varie en fonction de chaque situation. En effet, si des travaux d'extension du réseau sont à prévoir ou encore des boîtiers de protection à rajouter, le prix peut être plus important que la moyenne. Enedis réalise un devis concernant le prix du raccordement qualifié de Proposition De Raccordement (PDR) pour les puissances inférieures ou égales à 36 kVA et de Proposition Technique et Financière (PTF) pour les puissances supérieures à 36 kVA.

Pour les installations inférieures ou égales à 36 kVA, le barème de raccordement d'Enedis propose des montants forfaitaires, qui varient selon la nature des travaux (travaux de branchement avec ou non des travaux d'extension).

Pour les installations supérieures à 36 kVA, le barème de raccordement précise que les coûts seront fixés sur devis.

Pour les installations supérieures à 100 kVA, une quote-part pourra être facturée, en plus du coût de raccordement, en application du Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables (S3REnR).

La définition du profil de revente est essentielle à définir dès le début du projet. En effet, les modalités techniques du raccordement sont différentes en cas d'utilisation mixte autoconsommation/revente ou revente intégrale.

• Disponibilité des réseaux

Le site <https://capareseau.fr/> met à disposition les capacités résiduelles d'injection disponibles.



Annexe 7 : rappels sur les serres agricoles

La serre agricole a pour objectif de produire des végétaux en s'affranchissant du climat local, avec un rendement supérieur à une culture en plein champs. Une modification des dates de mise sur le marché de produits agricoles est parfois recherchée, en accélérant ou en prolongeant le développement des végétaux.

Aujourd'hui, les tunnels et les serres assurent la très grande majorité de la production en légumes frais (tomate, concombre, poivron, melon, courgette, aubergine, fraise).

Selon le type de structure et le choix de l'exploitant, la production peut être envisagée en terre ou hors sol, en froid ou en chauffé. Les serres se caractérisent par le fait qu'elles permettent une meilleure maîtrise du climat, une optimisation des potentialités des cultures ainsi que l'allongement des calendriers de production grâce à une exploitation du rayonnement solaire naturel, une meilleure gestion phytosanitaire, une gestion de l'irrigation et une conduite de production.

Exemples de rendements selon le type de structure

Culture	Rendement en plein champs	Rendement sous abri froid	Rendement sous abri chaud
Tomates	1000 quintaux/ha	1700 quintaux/ha	3800 quintaux/ha
Fraises	130 quintaux/ha	201 quintaux/ha	300 quintaux/ha

Données extraites du barème des calamites agricoles de la DDTM 13 du 26 février 2014

Dans chacun des types d'abris décrits ci-après, il existe de nombreuses variantes au niveau des dimensions, des formes, des matériaux et équipements (ouvrants...) en fonction de la marque, de la date de construction des abris et de la culture pratiquée.

Le revêtement de la serre constitue la partie la plus importante dans la mesure où il permet la capture du maximum de lumière pour le réchauffement mais aussi pour la photosynthèse. Plusieurs matériaux de recouvrement sont disponibles, chacun possédant des avantages et des inconvénients.

Les différents types d'abris sont les suivants :

• Le tunnel plastique

Le tunnel plastique est constitué par des arceaux métalliques en demi lune qui forment son ossature recouverte de bâches plastiques en bandes de 4,5 m de largeur. Ces tunnels sont le plus souvent cultivés à froid d'où leur appellation abri froid. Le tunnel plastique a un coût peu élevé comparé aux serres décrites ci-après et peut être installé directement par l'exploitant.



Source : Serres Barreau

Caractéristiques et exemples d'utilisation :

→ Outil adapté aux productions de maraîchage en terre, notamment pour la production de salades, poivrons, tomates, aubergines, radis ...

→ On trouve quelques surfaces hors-sol (tomate, fraise) qui sont chauffées par thermosiphon, basse température.

→ Beaucoup de fleurs coupées non chauffées sont cultivées sous tunnel (giroflée, muflier, anémones, renoncules...).

● La serre plastique

La serre plastique est une serre multi-chapelle, ce qui correspond à une juxtaposition de chapelles ouvertes entre elles avec des fondations au sol. L'armature est métallique, le toit est cintré recouvert d'un film plastique. Le coût est important et l'installation est réalisée par des spécialistes.

Caractéristiques et exemples d'utilisation :

→ Elles peuvent recevoir des cultures à fort développement telles que la tomate, le concombre, la salade, les jeunes pousses, les plantes aromatiques.

→ En horticulture, culture de fleurs coupées semi-intensives, de type fleurette (ex : anémone, renoncule) et plantes en pots et à massifs.



Source : BARRE

● La serre verre

La serre verre est également une serre multi-chapelle avec fondations au sol, armature métallique, toit plat supportant les feuilles de verre avec des aérations par ouvrants simples ou doubles en toiture. La largeur de chaque chapelle varie de 6 m à plus de 12 m avec une hauteur de 6 à 10 m. Le verre est le matériau qui laisse le mieux passer la lumière, cependant son poids impose une structure plus résistante. La surface de la serre peut atteindre plusieurs hectares.

Ces productions nécessitent un investissement élevé et également une forte technicité de l'exploitant.



Source : FERTRI invernaderos

Caractéristiques et exemples d'utilisation :

→ Tomates et fraises hors sol et plants maraîchers.

→ Fleurs coupées intensives (ex : gerbera, rose...) et semi-intensives (ex : anémone, renoncule...), plante en pots et à massif.

Annexe 8 : typologie des installations rencontrées

Parmi les abris pouvant permettre de coupler une production agricole principale avec une production d'énergie photovoltaïque secondaire, il est possible de rencontrer les installations suivantes :

- **Serre multichapelle « cathédrale »**

Il s'agit du modèle le plus répandu actuellement. Ce design de serre verre, dit « VENLO », est utilisé très classiquement pour les cultures d'Europe du Nord. Ces structures multichapelles offrent un volume d'air important, permettant de tempérer les écarts de température. Elles permettent également aux cultures situées aux périphéries de la serre de bénéficier d'un rayonnement solaire latéral important, du fait de la hauteur de la serre (en moyenne de 7 à 10 m). Un mauvais dimensionnement et/ou une mauvaise utilisation de la ventilation génèrent des problèmes climatiques internes à la serre qui peuvent entraîner des effets indésirables pour la production agricole (pourrissement, apparition de bioagresseurs, etc).



Serre multichapelle « cathédrale »

- **Serre photovoltaïque monochapelle à structure asymétrique avec modules déportés**



Serre avec modules déportés

Elles permettent de déporter l'ombre des panneaux sur des zones non cultivées. Seule la partie haute de la toiture est couverte de panneaux photovoltaïques (un peu plus de 60 % de la surface de la toiture). La pénétration de la lumière par la partie basse de la toiture et les parois latérales est rendue possible lorsque l'inclinaison du soleil est basse (hiver). En été, une zone d'ombrage importante au sol est observée sur la partie Nord. La structure asymétrique représente une forte prise au vent côté Nord et nécessite une armature renforcée (coûts importants) pour assurer la résistance de la structure.

- **Serre photovoltaïque monochapelle à structure asymétrique avec modules en damier**

Les serres de ce type se caractérisent par des conditions lumineuses très faibles sur la surface cultivée mais de façon plus homogène. Seulement 10 à 20 % de l'éclairage extérieur pénètre dans la serre et de façon très ponctuelle au cours de la journée. Elles sont destinées à des cultures très spécifiques ne nécessitant donc que très peu d'ensoleillement. Chaque module pouvant faire de l'ombrage au suivant, un espacement suffisant est nécessaire, ce qui entraîne des structures avec une surface importante.



Serre avec modules en damier

● Serre photovoltaïque monochapelle à structure symétrique

Ces structures peuvent généralement être réalisées sur des serres existantes avec ou sans adaptation de la toiture. Les modules photovoltaïques sont généralement placés sur le versant Sud de la toiture. Il s'agit d'un modèle peu développé sur le marché. Par rapport à un même design de serre photovoltaïque en multi-chapelle, la transmission lumineuse est plus élevée puisqu'elle bénéficie plus largement des bordures latérales.

● Réutilisation de serres existantes pour les équiper de panneaux photovoltaïques

Ce type de structures n'est que très peu répandu. Les difficultés de réalisation sont importantes et rendent ces opérations plus coûteuses et moins rentables : démontage des panneaux verres endommagés, vérification des structures porteuses, adaptation des structures à des panneaux PV.

● Serre photovoltaïque avec méthaniseur

Il s'agit de projets plus complexes à mettre en œuvre qui intègrent alors des équipements de production de chaleur alimentés par un méthaniseur. La toiture de la serre peut en parallèle alimenter des panneaux PV. L'ensemble peut à la fois produire de l'électricité et de la chaleur (cogénération) pour la serre. Il s'agit alors, d'une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) et l'ensemble doit faire l'objet d'études approfondies. L'électricité produite peut être auto-consommée totalement ou partiellement avec injection du surplus sur le réseau.

Un ensemble «méthanisation/serre PV » est intéressant dans le cadre d'une valorisation énergétique globale d'une exploitation agricole. Le projet est néanmoins beaucoup plus complexe à mettre en œuvre tant au niveau de la technicité que du montant de l'investissement²⁵.

● Serre photovoltaïque avec éclairage intérieur

Le principal point faible des serres photovoltaïques actuelles réside dans leur manque de luminosité en intérieur. Ainsi pour maintenir toute l'année, des conditions quasi-homogènes de production, certaines serres peuvent se doter d'un éclairage intérieur pouvant fonctionner en corrélation (on parle alors d'autoconsommation partielle ou totale) ou non avec le système de production photovoltaïque.

Ce type de système n'est a priori pas adapté en zone agricole pour nos latitudes et ne répond pas à l'objectif d'installations de haute qualité environnementale.

ÉLÉMENTS DE SYNTHÈSE

- Chaque projet de serre présente ses propres caractéristiques associées à un projet de culture ;
- Tout nouveau projet nécessite d'associer l'agriculteur dès la conception de l'installation ;
- L'innovation doit prendre une large place pour le développement futur et la pérennité de la filière.

25 La production d'énergie par procédé de méthanisation n'est pas abordé dans ce document. Les porteurs de projets peuvent trouver l'ensemble des informations sur le portail d'entrée « méthanisation » en PACA : www.metha-paca.fr



Rédacteurs et rédactrices :

Luc Petitpain – Service Énergie et Logement (SEL, DREAL PACA) ;

Alix Drezet – Service Énergie et Logement (SEL, DREAL PACA) ;

Le Service Biodiversité Eau et Paysage (SBEP, DREAL PACA).

Contributeurs :

Carole Chabannes – Service Énergie et Logement (DREAL PACA) ;

Les services Connaissance, Aménagement Durable et Évaluation (SCADE) et Prévention des Risques (SPR) de la DREAL PACA ;

Les Directions Départementales des Territoires et de la Mer en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (DDT 04, DDT 05, DDTM 06, DDTM 13, DDTM 83, DDT 84) ;

La Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt Provence-Alpes-Côte d'Azur (DRAAF PACA) ;

La Direction Régionale des Affaires Culturelles Provence-Alpes-Côte d'Azur (DRAC PACA).