Guide
méthodologique pour le montage de « grappes » photovoltaïques

Exploiter la ressource solaire des bâtiments publics

maregionsud.fr

maregionsud | MaRegionSud | maregionsud

Toujours proche de vous avec l'appli Région Sud

HESPUL

RÉGION SUD
PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Face au changement climatique, la transition énergétique devient nécessaire, vitale. Elle doit être réalisée au plus tôt. Le Plan Climat lancé en 2017 par la Région a placé le Sud dans une dynamique de développement durable, de croissance verte et de préservation de l'environnement.

L'un des objectifs de ce plan est de faire du Sud une région neutre en carbone d'ici 2050. Cela signifie un fort développement de la production des énergies renouvelables et une diminution des consommations énergétiques. La stratégie décarbonée régionale vise à multiplier par 10 la puissance photovoltaïque sur toiture et ombrière, dès 2030.

Avec nos 300 jours d'ensoleillement par an, le Sud dispose d'un atout considérable pour déployer l'énergie solaire sur tout le territoire ! Ce déploiement est, de plus, porteur d'emplois non délocalisables. La filière photovoltaïque est mature, c'est le moment opportun de changer d'échelle. Massifier le déploiement du solaire photovoltaïque, première énergie renouvelable régionale, c'est aussi l'un des objectifs de la seconde phase du Plan climat lancée fin 2020.

Vecteur d'activité et de revenu important pour le territoire régional, la filière photovoltaïque demeure cependant complexe. Ce guide pratique permet aux collectivités, associations, entreprises ou syndics d'appréhender les différentes étapes de leurs projets d'installations solaires. C'est un outil technique qui permet un accompagnement des projets jusqu'à leur réalisation, par une exploitation optimale du gisement et par la mutualisation de projets.

Ensemble, ayons une COP d'avance. Agissons pour le climat.

Le Président de la Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur
Président de Régions de France

Rédaction :
Hespul – Jeanne Dupas, Cécile Miquel, Damien Salel, Bruno Gaiddon, Emmanuel Goy
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur - Gaëtan Burle
Relecture :
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur – Marie Aimée Quadrio, Syndicat d'énergie du Tarn – Paul Vienne

Le solaire photovoltaïque est au cœur de la transition énergétique et son développement compte parmi les actions phares de toutes les démarches territoriales. Autoconsommation, recharge des véhicules électriques, stockage, production d'hydrogène… les innovations techniques et les communications sont nombreuses autour de cette filière, mais ne doivent pas faire oublier que la France est encore loin des objectifs de surfaces installées qu'elle s'est fixés.

Ce constat a mené à la rédaction du présent guide qui vise à aider les territoires à démultiplier les projets simples afin d'apporter une contribution significative à l'atteinte des objectifs et enclencher ainsi une dynamique donnant du travail dans la durée à nos entreprises.

Quels sites équiper ?
Comment s'organiser pour optimiser les coûts ?
Quelles actions sous-traiter ou mener en interne dans une collectivité ?
Quel montage financier retenir ?
Comment gérer les difficultés de raccordement au réseau ?

Ce guide apporte des réponses pour aider les acteurs à exploiter l'important gisement solaire que représentent les bâtiments et parkings publics. Il montre que l'innovation en matière de transition énergétique réside aussi dans la capacité à s'organiser pour atteindre nos objectifs.

Résumé

Multiplier par vingt le nombre d'installations photovoltaïques en toitures : cet objectif, fixé par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, est à la mesure de son important gisement solaire. Cette ambition mobilise déjà collectivités locales et associations de zones d'activité qui développent des « grappes de projets photovoltaïques » sur leur périmètre d'intervention. Leur objectif est de mutualiser les projets afin de diminuer coûts et temps de développement tout en augmentant la puissance installée par opération (Chapitre 1). Ces grappes impliquent plusieurs acteurs dont la répartition des rôles et l'implication dépend du contexte (Chapitre 2). Quelles que soient les tâches attribuées, un état des lieux du patrimoine existant est réalisé afin d'identifier les sites qui ne sont pas pertinents pour recevoir une installation. Ce premier filtrage doit rester cohérent avec les ambitions régionales, et vise par conséquent à maximiser la puissance installée dans la mesure du possible (Chapitre 3). Très tôt dans un projet, se pose également la question de l'ordre de grandeur de coût du système photovoltaïque, de sa rentabilité et de la manière dont l'électricité produite est valorisée : faut-il l'autoconsommer ou la vendre sur le réseau ? (Chapitre 4). Ces informations peuvent être compilées dans une note d'opportunité, qui offre une première vision site par site de l'intérêt ou non de poursuivre (Chapitre 5). Cette note peut également intégrer la question du raccordement, dont le coût ferme n'est connu que tardivement. Cette incertitude face à ce poste d'investissement, qui peut mener à l'abandon d'un projet, peut cependant être réduite grâce à quelques informations simples à recueillir dès le début du travail de sélection (Chapitre 6).

La note d'opportunité doit permettre au(x) décideur(s) de se positionner, pour aboutir à une première sélection de sites à équiper. L'étape suivante consiste à déterminer qui investit et comment, avec plusieurs options possibles : mise à disposition le foncier à un opérateur qui réalise l'investissement ; entrée au capital d'une société dédiée à l'opération ; ou maîtrise d'ouvrage directe (Chapitre 7). S'en suivent les travaux, le chantier ne durant que quelques jours à quelques semaines maximum par installation. La mise en service réalisée, les installations produisent leurs premiers kilowatt-heures. Afin de conserver un bon niveau de production dans le temps, et d'assurer le maintien des recettes, il convient d'anticiper le suivi nécessaire des installations dans la durée (Chapitre 8).»

SOMMAIRE

Édito 3

Résumé 4

Glossaire 8

1 S'organiser pour atteindre les objectifs 11

1.1 Compter deux ans pour « sortir » un projet 12
1.2 Mutualiser pour gagner en efficacité 13
1.3 Anticiper pour les bâtiments neufs 14
1.4 Anticiper pour les bâtiments collectifs 16
1.5 Un cadre de soutien régional pour planifier les grappes photovoltaïques : l'AMI «foncier dérisqué 17

2 Qui fait qui? Que vaut-il mieux sous-traiter? 19

2.1 Identification du potentiel 20
2.2 Émergence des projets 21
2.3 Développement 23
2.4 Études techniques 24
2.5 Réalisation 25
2.6 Cas des ERP 26
2.7 Exploitation 27

3 Quels sites écarter? 29

3.1 Connaitre son patrimoine 30
3.2 Quelle orientation ? 31
3.3 Autres travaux à prévoir en toiture 32
3.4 Surface disponible en toiture 33
3.5 Intégration architecturale 34
3.6 Raccordement au réseau 36
3.7 Relation avec les décideurs et autres personnes concernées par les bâtiments 38

4 Quel modèle économique ? 41

4.1 Exemples de bilans par projet 42
4.2 Inciter le propriétaire 44
4.3 Exploiter la surface disponible 45
4.4 Autoconsommation ou vente totale ? 46
4.5 Bilan par projet ou bilan par grappe ? 48
4.6 Gains apportés par la mutualisation 49
4.7 Bilan économique d'une grappe 50

5 Rôle de la note d'opportunité 53

5.1 Permettre la décision de principe 54
5.2 Des ressources pour réaliser les notes 55

6 Démarches spécifiques liées au raccordement réseau 59

6.1 Une procédure bien balisée 60
6.2 Des avantages complémentaires à la mutualisation de nombreux projets 61
6.3 Démarche globale pour une opération d'envergure 62

7 Quel montage opérationnel ? 65

7.1 Maîtrise d'ouvrage par la collectivité sur son patrimoine 67
7.2 Maîtrise d'ouvrage par l'intercommunalité ou le syndicat d'énergie 68
7.3 Participation de la collectivité à une société de production d'électricité 69
7.4 Mise à disposition du patrimoine à un tiers-opérateur, partiellement ou totalement privé 72

8 Anticiper l'exploitation 75

8.1 L'exploitation : un métier à distance 76
8.2 Anticipation et mutualisation 77
8.3 La maintenance : trouver les bons partenaires 78
8.4 Compétences, fiche de poste, financement et organisation 79

ANNEXE 1 : Ressources 80
ANNEXE 2 : Trame de note d'opportunité 81

Glossaire

LES MOTS CI-APRÈS SONT SOUVENT EMPLOYÉS DANS LE CADRE DE PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES. POUR PLUS DE CLARTÉ, CE QU'ILS DÉSIGNENT DANS LE PRÉSENT GUIDE EST PRÉCISÉ ICI.

INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE (PV) :
Ensemble physique de tous les composants et matériels mis en œuvre pour produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire (photons) : modules ou panneaux photovoltaïques, supports, onduleurs, câblages et organes de protections jusqu'au point de raccordement au réseau public d'électricité.

SITE :
Endroit susceptible d'accueillir une ou plusieurs installations photovoltaïques (par exemple un bâtiment seul, un parking seul, un bâtiment plus un parking, plusieurs bâtiments sur une même parcelle… les différents bâtiments et parkings d'un même site devant être à proximité immédiate les uns des autres et appartenir à un seul propriétaire).

PROJET :
Le processus qui conduit à équiper un site d'une ou plusieurs installation(s) photovoltaïque(s).

GRAPPE :
Ensemble d'installations sur des sites de nature différente permettant d'équiper aussi les « moins rentables ». Ces projets sont menés « de front » dans le cadre d'une même opération, avec une mutualisation de moyens pour certaines tâches. Les sites concernés ne sont pas forcément proches les uns des autres.

LOTS :
Découpage d'une grappe en sous-ensembles (géographiques, par type d'installations, par propriétaire des différents sites…). Indispensable en cas de groupement de commande (au moins un lot par maître d'ouvrage). Permet de répartir la charge de travail entre différents intervenants et de réserver des installations par exemple pour du financement participatif.

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Personne morale qui prend la décision de réaliser une installation sur un site qui lui appartient ou dont elle a la responsabilité. Une grappe peut concerner plusieurs maîtres d'ouvrages différents.

MAÎTRE D'ŒUVRE :
Bureau d'étude spécialisé auquel le maître d'ouvrage confie la conception des installations, la rédaction des documents permettant de mettre en concurrence les installateurs, le suivi et la réception des travaux

DÉVELOPPEUR (OU OPÉRATEUR PHOTOVOLTAÏQUE) :
Entreprise en charge de la réalisation d'une ou plusieurs grappes. Assure le financement et l'exploitation ainsi que l'interface entre le(s) propriétaire(s) des sites et le ou les installateur(s) (qu'il choisit).

INSTALLATEUR :
Entreprise qui fournit le matériel et réalise les travaux de construction des centrales photovoltaïques

APPEL D'OFFRES (POUR CHOISIR UN INSTALLATEUR) :
Mise en concurrence réalisée par le maître d'ouvrage avec l'assistance éventuelle d'un maître d'œuvre pour sélectionner un ou plusieurs installateurs. Dans le cas de plusieurs maîtres d'ouvrages différents, la mise en concurrence peut être regroupée dans un seul appel d'offres, avec plusieurs lots.

APPEL À MANIFESTATION D'INTÉRÊT (POUR CHOISIR UN OPÉRATEUR OU DÉVELOPPEUR) :
Mise en concurrence réalisée par le maître d'ouvrage avec une éventuelle assistance technique et juridique pour sélectionner un ou plusieurs opérateurs

APPELS D'OFFRES (DE LA CRE) :
Procédure nationale de mise en concurrence de producteurs par la commission de régulation de l'énergie pour octroyer le bénéfice de l'obligation d'achat sur des projets de grande taille[1]

ACRONYMES :

ABF : Architecte des bâtiments de France

AMI : Appel à manifestation d'intérêt

AODE : Autorité organisatrice de la distribution d'électricité (autorité concédante du réseau : la métropole ou le syndicat d'énergie)

CEP : Conseil en énergie partagé (mutualisation de moyens pour la transition énergétique sur le patrimoine de plusieurs communes)

CRE : Commission de régulation de l'énergie

ELD : Entreprise locale de distribution d'électricité et de gaz

ERP : Établissement recevant du public

GRD : Gestionnaire du réseau de distribution (Enedis ou une entreprise locale de distribution)

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PLU : Plan local d'urbanisme (PLUi : PLU intercommunal)

SIG : Système d'information géographique (cartographies numériques)

SAS : Société par actions simplifiée (les collectivités peuvent entrer au capital de SAS dont l'objet est la production d'énergie renouvelable)

TEPOS : Territoire à énergie positive

Wc : Watt-crête – unité indiquant la puissance maximale que peut délivrer un panneau ou un champ (ensemble de panneaux) photovoltaïque

1 Voir https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/appels-doffres/procedures-de-mise-en-concurrence/

1

VOLET

S’organiser pour atteindre les objectifs

1.1 COMPTER DEUX ANS POUR « SORTIR » UN PROJET

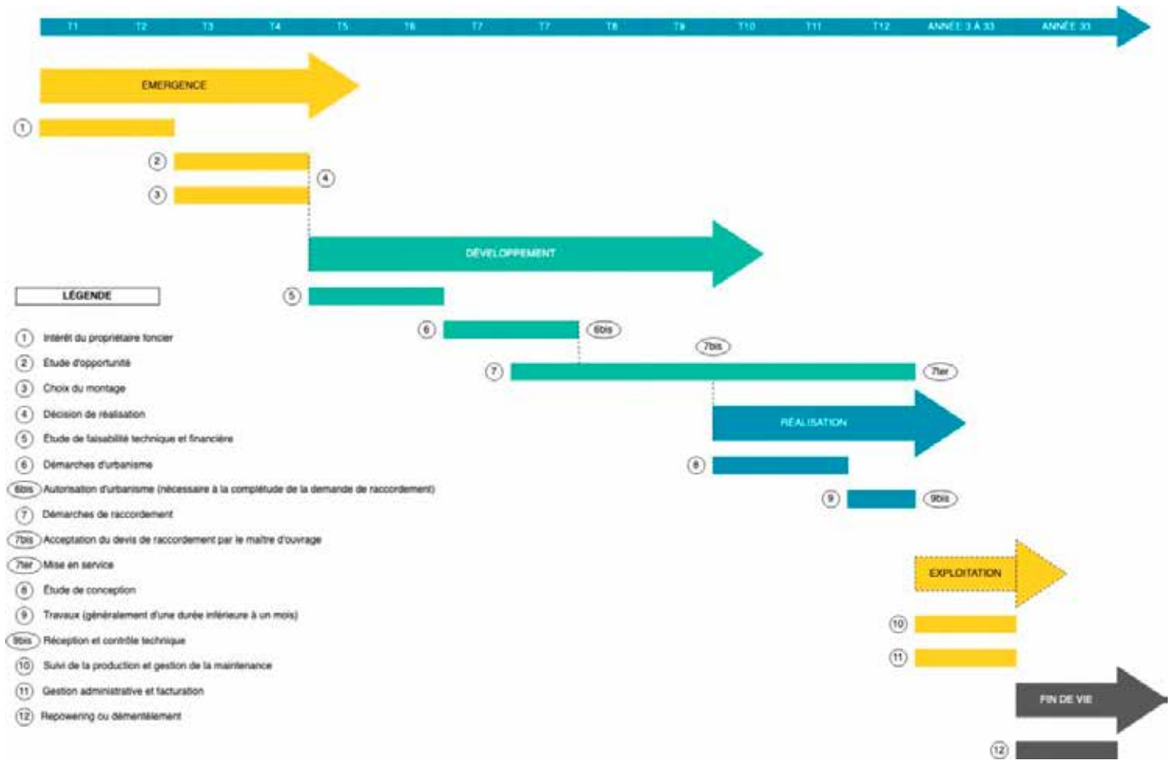


Figure 1 : Un projet photovoltaïque dure aux alentours de deux ans, de son émergence à la mise en service de l'installation.
Source : Hespul, 2020

Compte tenu des nombreuses étapes (études, décision de réalisation, autorisation d'urbanisme, démarches pour le raccordement…), il faut compter plus d'un an entre l'émergence d'un projet et la mise en service de l'intsallation[2], ce qui doit inciter à mobiliser des moyens mutualisés compétents pour suivre les projets dans la durée. Une fois les sites identifiés et dérisqués, les travaux ne peuvent prendre que quelques mois. Le chapitre 2. ci-après apporte des précisions sur le contenu des étapes et les tâches qu'il peut être pertinent de sous-traiter.

Dans une démarche de « grappes », il s'agit de valoriser au mieux le potentiel d'une zone géographique ou du patrimoine d'un ou plusieurs maîtres d'ouvrages. Le phasage peut donc différer légèrement des étapes ci-dessus, et des recouvrements entre phases apparaitront du fait de rythmes d'avancement potentiellement différents entre les sites.

2 Le déroulement présenté ici est simplifié. Pour plus de précisions sur les différentes étapes et démarches, voir : https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/.
Dans le cadre d'un premier projet, notamment sur un bâtiment public accueillant du public, le délai global est parfois plus long.

1.2 MUTUALISER POUR GAGNER EN EFFICACITÉ

Le schéma ci-avant montre que, pour un maître d'ouvrage dont ce n'est pas le cœur de métier, mener un projet demande de la volonté et un minimum de moyens humains. À ce titre, il faut souligner le mérite des nombreux porteurs de projets publics et privés qui y sont parvenus. Compte tenu des enjeux et du potentiel, qui plus est en Provence-Alpes-Côte d'Azur (voir §3.2), il est aujourd'hui nécessaire de regrouper plusieurs projets pour les mener « de front » et ainsi :

- Exploiter le gisement de surfaces disponibles au mieux.
- Apporter un accompagnement efficace aux maîtres d'ouvrage.
- Optimiser les coûts de développement et d'installation.
- Apporter de la visibilité aux entreprises.
- Assumer le rôle d'exemplarité de la collectivité en équipant les sites publics et rendre ainsi plus concrète et visible la transition énergétique.

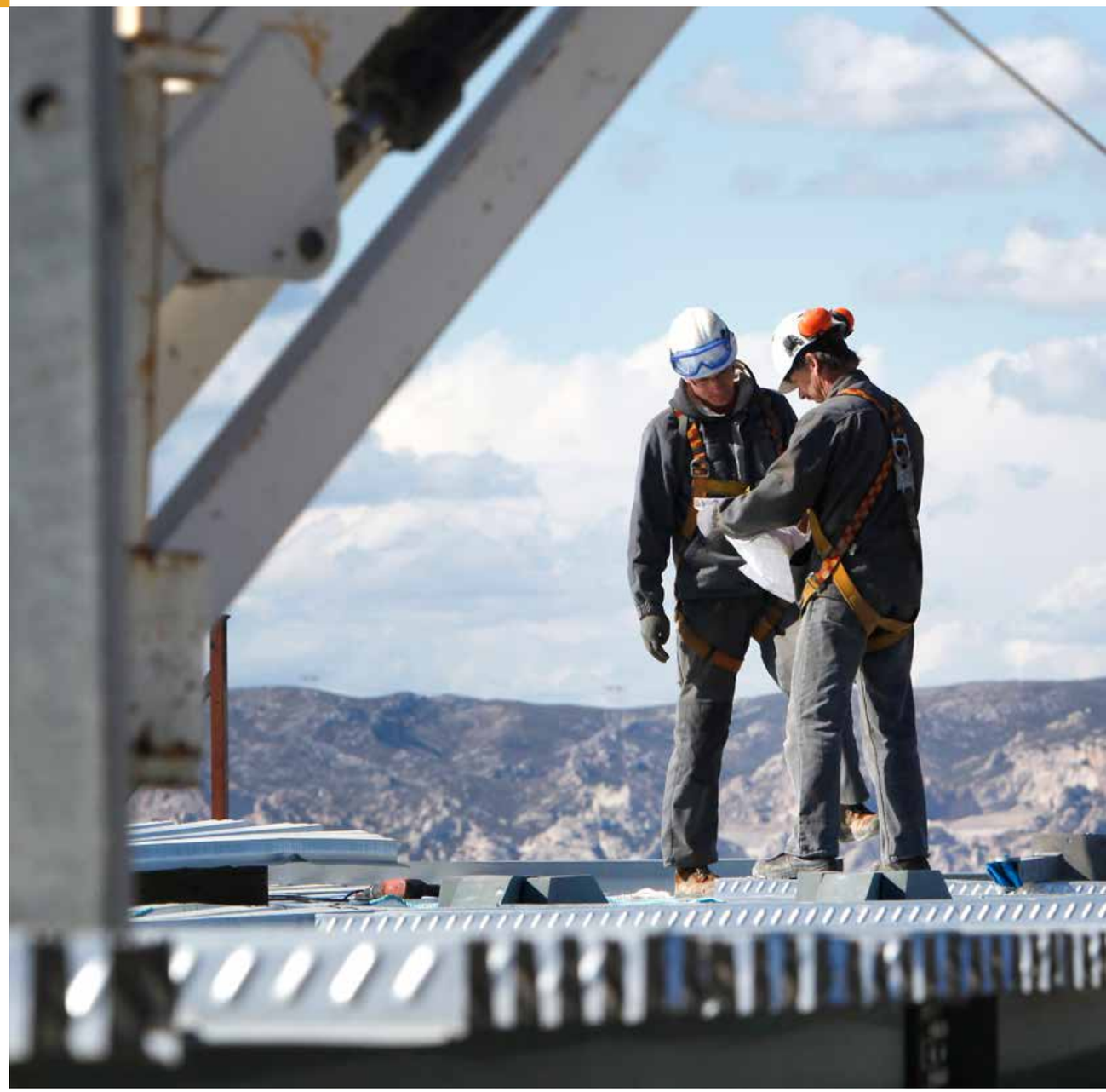
Ce regroupement peut se mener à l'échelle d'une intercommunalité, d'un département, d'une zone d'activité... Il représente un outil opérationnel pour l'atteinte d'objectifs simples – fixés par exemple dans un PCAET ou une démarche TEPOS – comme « équiper 10% des bâtiments publics chaque année ».

1.3 ANTICIPER POUR LES BÂTIMENTS NEUFS

En cohérence avec cette démarche, il est intéressant d'envisager dans le cadre de la révision du PLU une obligation de valorisation des toitures pour de la production d'électricité, sur tout ou partie du territoire. La réglementation thermique encourage le solaire, mais conduit souvent à des installations très petites qui sont loin de valoriser tout le gisement. De même, l'obligation de production d'énergies renouvelables (ou de végétalisation) prévue par le code de l'urbanisme[3] ne concerne que les nouvelles constructions de plus de 1000 m², et reste limitée à 30% d la surface exploitable. Le PLU doit donc aller plus loin surtout dans les zones où de nombreux bâtiments vont être construits.

L'exemple de la ville de Grenoble

Le PLUi de Grenoble, révisé en 2019, donne un bon exemple de clauses pragmatiques pour valoriser le gisement solaire sans engendrer trop de contraintes pour les constructeurs : « Toute construction neuve dont la surface de plancher est supérieure ou égale à 1000 m² devra produire annuellement : au minimum 60 kWh^{ef}/m² d'emprise au sol[4] pour les immeubles à vocation dominante d'habitat et les équipements publics et au minimum 40 kWh^{ef}/m² d'emprise au sol pour les immeubles commerciaux et de bureaux ». Des dérogations sont prévues pour permettre d'autres valorisations des toitures (végétalisation, jardin partagé…).



3 Article L111-18-1 du code de l'urbanisme

4 L'emprise au sol est plus pertinente que les m² de plancher car elle représente mieux la surface de toiture potentiellement valorisable. Un m2 de photovoltaïque pouvant produire 200 kWh/an dans de bonnes conditions à Grenoble, les seuils restent faciles à atteindre. Plus d'informations : https://www.grenoblealpesmetropole.fr/644-le-plui.htm

1.4 ANTICIPER POUR LES BÂTIMENTS COLLECTIFS

Avec l'intégration des colonnes montantes des immeubles dans les ouvrages du réseau de distribution public d'électricité[5], la mise aux normes de ces équipements est désormais à la charge du GRD. Il est important de prévoir, en lien avec l'AODE, que les travaux effectués par le GRD sur les colonnes montantes permettent un raccordement aisé d'une future installation photovoltaïque, notamment lorsque le bâtiment présente un potentiel favorable. En général, ceci peut se faire à coût marginal en veillant à laisser dans le répartiteur du dernier étage soit un emplacement de libre (pour une future installation de 6 kVA maximum à raccorder en monophasé) soit trois emplacements (pour une installation de 36 kVA maximum à raccorder en triphasé[6]). Cela évitera d'avoir par la suite des projets abandonnés pour cause de coûts de raccordement trop élevés.

5 La Loi ELAN du 23 novembre 2018 a intégré les colonnes montantes au Réseau Public de Distribution d'électricité, pour en savoir plus, consulter les articles L346-1 à L346-5 du code de l'Énergie.

6 Pour les installations de plus de 36 kVA, le raccordement doit généralement se faire en pied d'immeuble, et une liaison dédiée – privée et indépendante de la colonne – doit donc être créée spécialement

1.5 UN CADRE DE SOUTIEN RÉGIONAL POUR PLANIFIER LES GRAPPES PHOTOVOLTAÏQUES : L'AMI «FONCIER DÉRISQUÉ»

La Région Provence-Alpes-Côte d'Azur soutient, via son Plan Solaire, les acteurs publics et privés à recourir massivement à l'énergie solaire sur leur patrimoine, en visant prioritairement le développement du photovoltaïque sur toiture et zone anthropisée, afin de limiter l'artificialisation des sols. Il ne s'agit pas d'aider des projets très rentables mais d'inciter des propriétaires et gestionnaires de patrimoines à valoriser au mieux le potentiel solaire sur leurs sites afin de contribuer efficacement aux objectifs du SRADDET.

Cette philosophie se traduit dans la notion de « grappes » photovoltaïques, dont l'objet est d'équiper **à terme le maximum de bâtiments où cela est possible. Elle implique de changer les façons de procéder et d'accepter de faire sortir des projets avec moins de rentabilité, dans une logique de mutualisation nécessaire pour exploiter le gisement à la hauteur des enjeux énergétiques régionaux et nationaux.**

Les aides du plan solaire

Le Plan Solaire s'articule de la manière suivante :

1) Une animation globale et spécifique à l'échelle du territoire régional :

Mise à disposition d'outils, mise en place d'actions de sensibilisation, de formations… aux bonnes pratiques avec différentes structures comme par exemple les associations Hespul ou Energie Partagée pour faire monter en compétences les porteurs de projets photovoltaïques.

2) Une aide à l'amorçage des projets avec :

- Un **cadastre énergétique** gratuit en ligne où tout porteur de projet potentiel peut disposer d'information en première approche sur le gisement solaire d'un bâtiment ou d'une parcelle : http://cadastre-energie.maregionsud.fr
- Un **AMI « foncier dérisqué »** pour **accompagner les démarches ambitieuses** de développement du solaire sur les bâtiments et parkings d'un patrimoine ou ensemble de patrimoines.
- Un soutien aux **études de faisabilité** pour des projets citoyens ou des projets d'autoconsommation innovants et aux études de structure.

3) Une aide à la réalisation et à la massification des projets pour :

- Les installations intégrant une démarche de Maîtrise de la Demande en Energie (MDE avec une priorisation sur l'isolation de la toiture)
- Les démonstrateurs ou projets présentant des innovations sur les plans technique, juridique ou social.

Sur la filière solaire thermique, le Plan Solaire prévoit un soutien aux études de faisabilité et à l'investissement des projets collectifs.

Voir l'intégralité du Plan Solaire et le cahier des charges de l'AMI « foncier dérisqué » sur : https://oreca.maregionsud.fr/fileadmin/Documents/Appels_a_projets/2020_-_Plan_Solaire_Régional.pdf

2

VOLET

Qui fait quoi ? Que vaut-il mieux sous-traiter ?

Ce chapitre présente les principales tâches à mener pour le montage d'une ou plusieurs grappes de projets et quelles sont les organisations possibles pour une collectivité (par exemple une intercommunalité), chaque territoire devant trouver le bon équilibre pour lui entre « tout faire en interne » et « tout sous-traiter ».

2.1 IDENTIFICATION DU POTENTIEL

L'objectif de cette première phase est de construire une liste de sites susceptibles d'être équipés avec, pour chaque site, un minimum d'indications : type de bâtiment – ou parking ; propriétaire ; localisation ; puissance installable – ou surface disponible… Un travail sur SIG à partir de données comme la BD Topo[7] et de ratios simples d'installation[8] permet d'estimer en première approche la puissance installable par site et de quantifier ainsi le potentiel que représente l'ensemble identifié. L'idéal est de pouvoir identifier les bâtiments et parkings publics (et au sein de ce groupe ceux appartenant aux communes). Les informations géolocalisées nécessaires sont accessibles aux collectivités via la base de données Majic[9].

En l'absence d'état des lieux complet, il est possible de démarrer une première grappe à partir d'un appel à volontariat sous forme de questionnaire aux communes par exemple pour qu'elles proposent des sites qu'elles souhaiteraient voir étudiés[10] . L'appel à volontariat peut aussi compléter le travail cartographique pour s'assurer de ne pas passer à côté de volontés locales sur des sites non identifiés par le SIG. Disposer d'un recensement sera cependant nécessaire pour exploiter correctement le potentiel. Cela permet de quantifier le gisement et de définir, par exemple, des objectifs annuels d'installation, et cela permet de plus de relancer les communes sur des sites qu'elles n'auraient pas proposés spontanément.

Le choix des sites (« filtrage ») au sein d'une liste est présenté au chapitre 3, dans une logique de valoriser au mieux le potentiel et de commencer avec ceux qui ont de bonnes chances d'émerger plus rapidement. Une partie de ce travail peut être menée avec les outils internet : vue satellite, géoportail, vues depuis la rue… et des bases de données cartographiques simples (ex BD Topo), sous réserve de disposer de compétences de base en SIG.

Ce travail est à mener idéalement en interne au sein d'une intercommunalité (communauté de commune, syndicat d'énergie, PNR…), les relations existantes avec les communes étant précieuses pour construire un tel inventaire de façon fluide et garder l'historique des échanges pour rendre plus efficaces les processus successifs de choix des sites pour construire des grappes au fur et à mesure. Les échanges avec les services techniques, qui connaissent les sites, permettent d'obtenir plus facilement des informations sur la nature des toitures, les contraintes éventuelles particulières, les travaux envisagés ou nécessaires…

Lorsque le recensement comporte un très grand nombre de sites, il peut être intéressant dès cette phase d'ajouter un indicateur réseau simple (voir §3.6) de manière à laisser de côté dans un premier temps les sites qui présentent un risque important de coût de raccordement trop élevé.

7 Donnés cartographiques diffusées par l'IGN et permettant de voir (et connaitre la surface approximative de) l'emprise au sol de tous les bâtiments d'un territoire, en plus des routes, principaux parkings… et de nombreuses autres informations sur l'occupation des sols.

8 Voir informations sur la puissance surface par m2 de toiture disponible sur photovoltaique.info. Voir https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/photovoltaique-sur-batiment/#principes_de_conception_sur_batiment

9 Base cartographique qui reprend les fichiers fonciers de la Direction Générale des Finances Publiques - voir https://datafoncier.cerema.fr/donnees/fichiers-fonciers

10 En veillant à ce que des listes assez complètes soient transmises pour éviter une forme « d'autocensure », ce qui implique pour la commune d'avoir une connaissance précise de son patrimoine (voir §3.1).

2.2 ÉMERGENCE DES PROJETS

L'objectif de cette phase est double :

- Vérifier que les sites sont adaptés à une installation photovoltaïque.
- Obtenir l'accord du propriétaire ou gestionnaire pour lancer le projet.

L'ensemble des sites pour lesquels ces deux aspects sont validés constituera « une grappe ».

Il s'agit donc, pour chaque projet, de :

- Réaliser une étude simple (note d'opportunité – voir chapitre 5) permettant une prise de décision, la décision restant à ce stade sous réserve de faisabilité définitive, le projet pouvant être abandonné en cas de surcoût important révélé plus tard[11].
- Obtenir la validation de ce pré-projet par le décisionnaire (conseil municipal dans le cas d'un bâtiment ou parking communal).

Si la présentation en conseil municipal est généralement menée par une personne de l'intercommunalité, plusieurs options existent pour les notes d'opportunité :

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Bureau d'études	Compétences spécifiques mises en œuvre dès le début	Délai pour choisir le bureau d'études, coût important si des déplacements sont prévus
En interne au sein de l'intercommunalité qui mène le PCAET	Peu coûteux, efficace pour le suivi des projets, souple pour gérer des demandes au fil de l'eau	Besoin de formation, nécessité de disposer de moyens humains en interne
En interne au sein du syndicat d'énergie	Mutualisation de compétence sur un plus grand nombre de projets. Lien avec les communes déjà existant	Besoin de mobiliser des moyens humains, besoin de formation selon les cas

11 Surcoût par exemple lié à un besoin de renforcement complexe de la charpente — voir §3.3 — ou à un coût de raccordement au réseau élevé – voir §3.6 - qui peuvent rarement être détectés dans les pré-études.

A noter que la technicité requise pour réaliser des notes d'opportunités n'est pas très importante. Une formation de quelques jours avec un accompagnement pour les premières pré-études permet facilement à un·e chargé·e de mission de collectivité de monter en compétence pour les réaliser en autonomie. Cette approche est à privilégier autant que possible car elle permet d'envisager de monter des grappes régulièrement en y intégrant les projets « mûrs » au fur et à mesure. Elle sera encore plus pertinente dans le cas d'un·e chargé·e de mission d'un syndicat d'énergie, car ces structures embauchent des profils généralement plus techniques et surtout disposent d'une expertise interne sur les aspects de raccordement au réseau.

Outil : kit de sensibilisation
La Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec Hespul et de nombreux acteurs impliqués dans le photovoltaïque sur ce territoire, a réalisé un kit de sensibilisation à destination des maîtres d'ouvrage potentiels. Il peut être utilisé en introduction d'une présentation d'un projet à un conseil municipal ou à une réunion publique.

2.3 DÉVELOPPEMENT

Il ne s'agit pas ici de décrire dans le détail l'ensemble des tâches nécessaires pour mener à bien un projet[12] mais de mettre en évidence les mutualisations les plus pertinentes ainsi que les aspects où l'implication du propriétaire du site restera nécessaire, quel que soit le niveau de sous-traitance ou le montage retenus.

2.3.1 Urbanisme

Les documents peuvent être préparés par un bureau d'étude, ou par l'intercommunalité, mais la demande de permis de construire ou la déclaration préalable restera de la responsabilité du propriétaire du site. Dans le cadre d'une mise à disposition de toiture, le propriétaire peut cependant déléguer cette démarche au porteur de projet, cette délégation devant être mentionnée dans le bail ou la convention d'occupation temporaire. En cas de permis de construire, il faut généralement prévoir la réalisation du dossier par un architecte.

2.3.2 Raccordement

La demande de raccordement se fait en ligne et elle comporte également la demande pour bénéficier de l'obligation d'achat (principe du « guichet unique »). Elle peut être menée par l'installateur, le bureau d'études ou l'intercommunalité pour le compte de la commune[13]. Si la grappe est portée par un syndicat d'énergie, il est intéressant qu'il assure les demandes de raccordement en interne, compte tenu de son expertise sur le sujet. Voir chapitre 6.

2.3.3 Choix du montage

Maîtrise d'ouvrage directe, groupement de commande, ou mise à disposition de toiture (à une société de projet - dont la commune peut être membre - ou à un développeur privé) : selon l'option qui sera retenue, le rôle du pilote de la grappe et le besoin de gérer de la sous-traitance seront plus ou moins importants. Voir chapitre 7.

Un pilote avec un tableau de bord
Quel que soit le montage retenu et les sous-traitants mobilisés, il est nécessaire d'avoir au sein de l'intercommunalité, une personne responsable d'opération qui suivra la progression des projets, gérera les commandes… et sera l'interlocutrice des différents maîtres d'ouvrages ou responsables de sites. Dans le cas d'un AMI (voir encadré à la fin du §1.4), cette personne sera la principale interlocutrice de l'opérateur, et son rôle reste indispensable même si l'opérateur sera aussi en contact direct avec les responsables des différents sites.

12 Sur les démarches : voir https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quelles-demarches-realiser/ et pour les plus gros projets (supérieurs à 100 kWc) le guide Hespul-ADEME https://www.ademe.fr/guide-recommandations-a-destination-porteurs-projets-photovoltaiques

13 Certaines demandes sont très précises, comme la marque de l'onduleur, ce qui implique en théorie d'avoir déjà choisi l'installateur. Il est cependant possible de renseigner la demande avec des informations génériques et de préciser certains points par la suite (ce qui évite d'avoir à retenir un installateur avant d'être sûr que le projet pourra aboutir).

2.4 ÉTUDES TECHNIQUES

Dans le cadre d'une grappe comportant de nombreux sites à équiper, c'est sur cette phase que les économies de développement de projet liées à la mutualisation sont les plus importantes.
Il est important de distinguer les études liées au solaire des études de charpente. Les compétences requises étant très différentes, il sera souvent judicieux de recourir à deux prestataires différents. Les études photovoltaïques peuvent être menées par l'intercommunalité avec une formation et un accompagnement pour les premières. En anticipant quelques relevés complémentaires, les informations recueillies pour la note d'opportunité peuvent suffire pour mettre en concurrence des développeurs, voire pour consulter des installateurs. Dans une logique de massification visant à équiper de nombreux sites en parallèle, il y a lieu de restreindre des études trop poussées sur l'autoconsommation[14], qui plus est pour des installations de taille modeste pour lesquelles l'optimisation économique qui en résulte peut-être faible au regard des coûts d'études (voir §4.4).
Les études de structure
peuvent être onéreuses et doivent donc être menées uniquement sur les sites ou elles sont indispensables et quand les autres critères de faisabilité sont valides (voir chapitre 3).

S'y mettre en interne «pour voir»
Une stratégie peut consister à lancer la première grappe en réalisant un maximum de tâches en interne et être ainsi en capacité de bien définir quelles tâches seront à sous-traiter pour plus d'efficacité par la suite et de disposer des compétences pour bien suivre les projets. Suivant la complexité des projets et le niveau d'accompagnement nécessaire des maîtres d'ouvrage, cela représente 5 à 10 jours de travail par projet.

2.5 RÉALISATION

La pose de l'installation sera réalisée par une entreprise spécialisée[15]. Cette entreprise sera choisie par la commune et l'intercommunalité dans le cadre d'un groupement de commande, ou par la société de projet ou le développeur privé dans le cadre d'une mise à disposition de toiture. Pour les premières opérations, recourir à de la maîtrise d'œuvre qui aura également pour mission de faire monter en compétence la collectivité peut être une approche intéressante.

14 Cette approche n'empêche pas de mener des projets en autoconsommation individuelle ou collective sur quelques sites qui s'avèreraient particulièrement adaptés à ce type de montage, notamment soutenu par la Région : https://oreca.maregionsud.fr/aides-et-appels-a-projets/dispositifs-regionaux.html (chercher dans la page la section sur le Plan Solaire).

15 Les installations bénéficiant de l'obligation d'achat en guichet ouvert doivent être réalisées par des entreprises qualifiées. Pour plus d'informations, se référer à la note de la DGEC de novembre 2018 : https://www.edf-oa.fr/sites/default/files/021118_-_note_instruction_sur_arrete_pv_-_doaat-edf_-_anroc_-_fnsicae-_v2.pdf

Figure 2 : Installation photovoltaïque de la ferme Giraud avec optimisation et maximisation de la surface installée. Crédit photo : Hespul »

2.6 CAS DES ERP

Les projets sur des établissements recevant du public (ERP), fréquents dans le patrimoine des collectivités, présenteront un surcoût au moment du développement, puisqu'ils impliquent :

- Le dépôt d'une demande d'autorisation de travaux comportant une notice de sécurité, en sus de la déclaration préalable.
- La fourniture d'une attestation de solidité à froid émise par un organisme agréé à la commission de sécurité, établie le plus souvent à partir des résultats d'une étude structure.
- La réalisation d'un rapport de contrôle Consuel par un organisme agréé, même pour des puissances inférieures à 250 kVA.
- La fourniture d'un rapport de vérification réglementaire après travaux (RVRAT) établi par un bureau de contrôle.
- Dans le cas des ERP du 1er groupe[16], la vérification initiale des installations électriques.

A noter que ces tâches ne sont pas spécifiques à un projet photovoltaïque et sont bien connues des gestionnaires de patrimoine public. Les prestations de bureau de contrôle pour les conformités électriques et la solidité de la structure peuvent être mutualisées dans le cadre d'un groupement de commande ou gérée par chaque commune, dans la mesure où il s'agit de procédures habituelles pour des interventions sur ces bâtiments.

16 C'est-à-dire susceptibles de recevoir plus de 1500 personnes.

2.7 EXPLOITATION

Il est important de distinguer l'exploitation (s'assurer que l'installation fonctionne bien, est correctement assurée et que les recettes sont perçues) de la maintenance (intervenir techniquement sur l'installation). Dans le cas d'une mise à disposition de toiture, les deux sont gérées par le développeur (ou la société de projet). L'exploitation implique souvent de la supervision, même pour des sites de taille modeste, et elle doit être mutualisée au moins à l'échelle d'un département pour être pertinente d'un point de vue technico-économique. Si les installations appartiennent aux communes, il est très pertinent de mutualiser la supervision (voire les démarches pour la facturation de la production) au sein de l'intercommunalité voire de plusieurs intercommunalités. La maintenance est généralement confiée à une entreprise spécialisée. Le chapitre 9 donne plus d'information sur ces sujets.

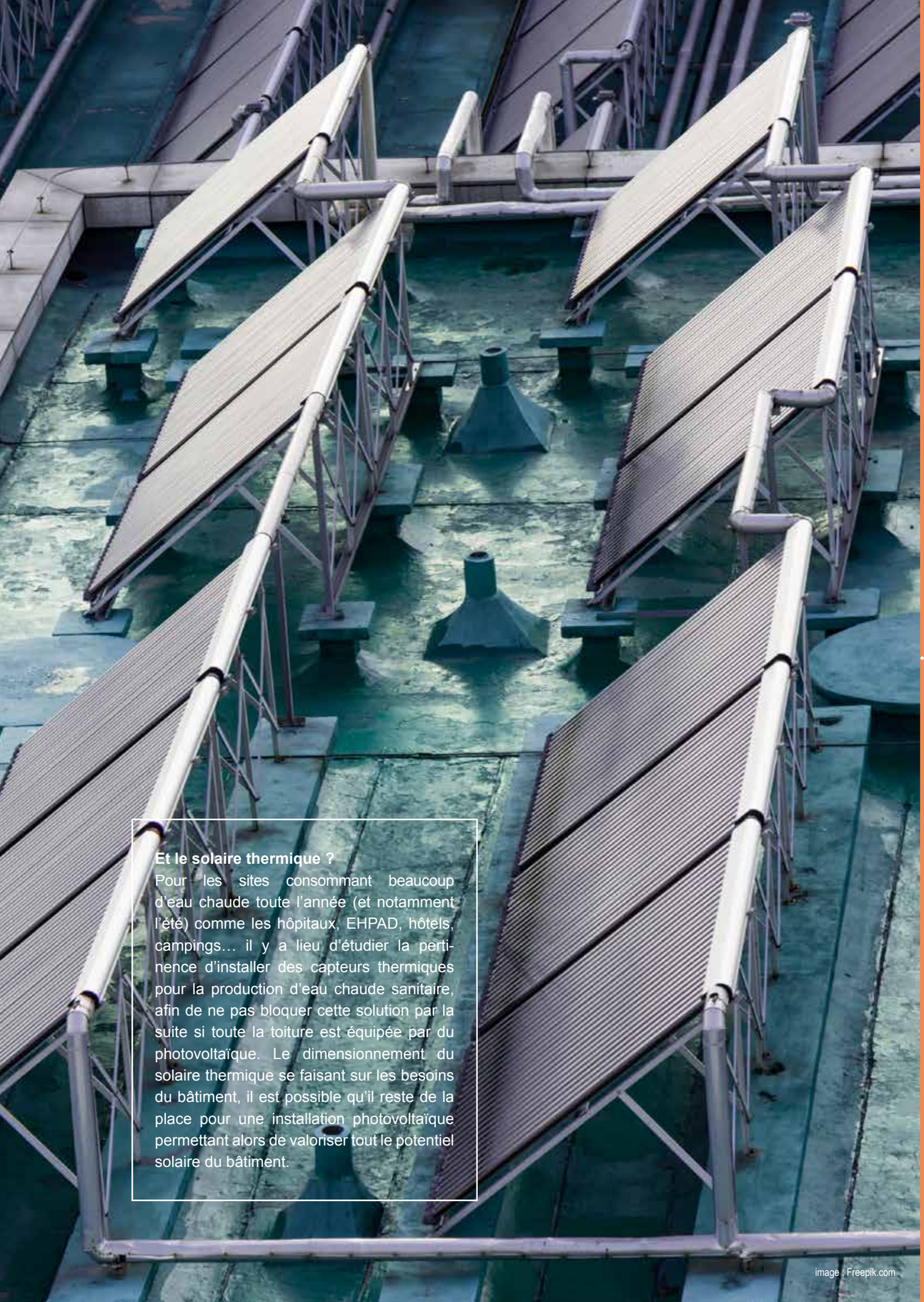
Un retour d'expérience inspirant

Le Parc naturel régional des Grands Causses, un syndicat mixte qui regroupe 93 communes, a démarré en 2019 une opération visant à équiper un maximum de toitures de bâtiments publics. Sur les 1200 bâtiments communaux et intercommunaux ayant une surface au sol de plus de 120 m2, 789 ont été identifiés comme « propices » c'est-à-dire sans contraintes patrimoniales[17] ou techniques (les toitures avec de nombreuses cheminées, des chiens assis, de trop nombreux pans… ont été écartées). Pour éviter de mener trop d'études structures coûteuses, une solution simple a été privilégiée : dépose complète de la couverture sur le pan de toit à équiper et remplacement par un bac acier avec pose des modules photovoltaïque en surimposition[18]. Après délibération des communes, 150 bâtiments ont été retenus pour être équipés avec deux montages possibles : groupement de commande et maîtrise d'ouvrage de la commune ou mise à disposition de toiture à un opérateur. Deux tiers des sites ont ainsi été confiés à la SAS « Soleil des Grand Causses » créée pour l'occasion par la société Optarel, retenue dans le cadre de l'AMI. Cette dynamique a apporté un effet d'entraînement et une deuxième grappe, pour laquelle les phases d'études préalables seront réduites[19] pour gagner en efficacité, est en cours de montage. Cette première opération a mobilisé le chargé de mission énergie du Parc environ 20% de son temps pendant 2 ans, avec l'appui d'un stagiaire pour la sélection préalable des sites. Pour la suite, il est envisagé d'intégrer cet accompagnement dans le cadre de la mission de CEP.

17 Les bâtiments classés ont été écartés mais tous les bâtiments situés dans un périmètre de site classé ont été conservés, ce qui a occasionné en tout 10 avis défavorables de l'ABF.

18 Dans le cas des toitures en tuiles ou fibrociment, le poids ajouté n'étant pas supérieur au poids enlevé, l'étude n'est pas nécessaire (hors ERP pour lesquels le bureau de contrôle peut quand même demander confirmation par une étude). Cette solution a de plus l'avantage, du fait de sa simplicité, d'être très robuste du point de vue de l'étanchéité. Certaines toitures en bon état en fibro-ciment non amianté ont néanmoins été équipées en sur-imposition après étude structure (coût de l'étude de l'ordre de 2000 à 3000 € par bâtiment). Sur 9 études, une seule a montré la nécessité d'un léger renforcement.

19 Il ne sera probablement pas fait appel à un bureau d'études, les pré-études menées en interne étant suffisante pour les mises en concurrence.



Et le solaire thermique ?
Pour les sites consommant beaucoup d'eau chaude toute l'année (et notamment l'été) comme les hôpitaux, EHPAD, hôtels, campings… il y a lieu d'étudier la pertinence d'installer des capteurs thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire, afin de ne pas bloquer cette solution par la suite si toute la toiture est équipée par du photovoltaïque. Le dimensionnement du solaire thermique se faisant sur les besoins du bâtiment, il est possible qu'il reste de la place pour une installation photovoltaïque permettant alors de valoriser tout le potentiel solaire du bâtiment.

image : Freepik.com

3
VOLET

Quels sites écarter ?

Dans l'objectif d'exploiter le potentiel d'un ensemble de bâtiments et parkings, aucun site ne doit être écarté a priori sur la base de sa rentabilité propre. Ce choix pourra être fait ultérieurement si la grappe ne parvient pas à un équilibre suffisant.

Dans le cas d'un grand nombre de sites, la grappe pourra se décliner en plusieurs lots, leur constitution étant menée selon des critères organisationnels : localisation, installations similaires, maître d'ouvrage identique, calendrier…

Travailler avec des responsables de sites et décisionnaires motivé·e.s sera bien utile pour lancer une dynamique : pour une première grappe, il sera ainsi plus pertinent de se concentrer sur les sites les plus « faciles » en termes d'adhésion des acteurs et non sur les plus « rentables ». La réussite des premières installations suscitera des demandes permettant de monter d'autres grappes par la suite.

Les sites qui présentent un potentiel trop faible ou des contraintes trop importantes doivent cependant être écartés assez tôt car ils vont ralentir le projet et en augmenter inutilement les coûts de développement. Ce chapitre présente comment identifier ces cas, dans une logique d'efficacité de la démarche. Les points d'attention qui y sont décrits permettent de caractériser les sites d'un point de vue technique et de les prioriser en fonction des objectifs à atteindre.

3.1 CONNAITRE SON PATRIMOINE

La connaissance nécessaire du patrimoine est à deux niveaux :

- Disposer à minima d'un recensement, le plus exhaustif possible, des bâtiments et parkings de l'ensemble ciblé.
- Recenser les documents associés disponibles : DOE, plan, facture d'électricité[20], diagnostics… La connaissance et la consignation de ces informations permettent des études simplifiées et moins coûteuses car ne nécessitant pas ou peu de relevés sur site.

Pour avoir rapidement une idée de l'ampleur du projet à mener et des contraintes à prendre en compte, le premier recensement doit intégrer les données suivantes par bâtiment : surface de toiture (ou à défaut emprise au sol) ; type de toiture (tuile, tôle, terrasse…) et présence d'amiante. Disposer d'informations complémentaires sur des travaux envisagés (en toiture, en façade) ou tout autre besoin d'intervention (reprise d'étanchéité…) est également intéressant pour identifier des opportunités particulières sur certains sites. Pour les parkings, les informations utiles sont : la surface, l'orientation des places de stationnement, la présence de végétation, la présence de réseaux enterrés[21].

20 Donnée utile pour une étude d'autoconsommation. Voir §4.4 les éléments permettant de jauger la pertinence d'une telle étude.
21 Un parking déjà ombragé grâce à des arbres sera peu pertinent pour un équipement solaire qui impliquera probablement de supprimer une grande partie des arbres. Le passage de réseaux (électricité, gaz, chaleur, eau potable, assainissement) peut engendrer des contraintes techniques fortes pour l'implantation d'ombrières, du fait des socles béton à enfouir dans le sol au droit des poteaux pour supporter les structures.

3.2 QUELLE ORIENTATION ?

Pour maximiser la production annuelle, et donc les recettes, l'orientation idéale est plein sud, à une inclinaison de 30° par rapport à l'horizontale. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, pour laquelle l'inclinaison optimale est plutôt de l'ordre de 35°, compte tenu de la course du soleil et des forts ensoleillements toute l'année, ces paramètres sont cependant moins importants que sous de plus hautes latitudes. Il est ainsi intéressant de noter que, pour une même surface de panneaux installés, la production à Marseille avec une implantation :

- Verticale (façade sud), correspond à la production maximale obtenue à Lille.
- Est ou Ouest, correspond à la production maximale à Valence dans le cas d'une inclinaison de 15° et à Lyon pour une inclinaison de 30°.

Les tarifs d'achat pour l'électricité produite à partir du solaire étant les mêmes partout en France, ces éléments montrent que le critère d'orientation de la toiture sera rarement retenu pour écarter un site. Des orientations plein est ou plein ouest sont tout à fait possibles[22] , surtout si les inclinaisons sont faibles. Dans le cas d'une toiture à 2 pans, équiper le côté nord peut même s'envisager dans certains cas si la pente est faible[23]. En l'absence d'ombres portées (voir §3.4) seule une inclinaison importante avec une composante Nord est ainsi de nature à écarter un site en raison d'un productible trop faible.

Les outils de calcul de productible en ligne (voir §5.2) permettent d'estimer rapidement l'influence de l'orientation et de l'inclinaison dans tous les cas de figure rencontrés.

Figure 3 : Compte-tenu de l'ensoleillement, l'orientation est-ouest reste valable en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Crédit photo : Jérôme Boucherat, Aerofilms, Laurence Danière, Bouygues Immobilier.

22 A noter que dans une logique de contribution à la production régionale d'électricité, varier les orientations des différentes installations permet de mieux lisser la production tout au long de la journée, ce qui favorise l'équilibre du réseau.
23 Par exemple, si chaque pan peut accueillir 18 kW, il est possible d'installer 36 kWc en équipant aussi le côté nord, ce qui optimisera le projet en réduisant le prix au Wc, tout en conservant le même tarif de vente (voir §4.1)

3.3 AUTRES TRAVAUX À PRÉVOIR EN TOITURE

Pour installer du photovoltaïque sur un bâtiment, des travaux complémentaires peuvent être nécessaires : couverture (reprises d'étanchéité…), charpente, raccordement et accessibilité. C'est pourquoi l'idéal est de prévoir un projet photovoltaïque dès la construction d'un bâtiment ou de combiner l'installation avec des travaux de rénovation.

Les principaux freins à la réalisation d'une installation sont listés sur le site du centre de ressource sur le photovoltaïque[24]. On notera par exemple : présence d'amiante, charpente sous dimensionnée pour accueillir du photovoltaïque, réfection du complexe d'étanchéité nécessaire, …

A noter que le coût de mise en conformité d'une toiture, notamment s'il s'agit de renforcer la charpente, est difficile à évaluer sans étude précise.

Cette étape met en lumière les points d'attention par site ainsi que les études complémentaires à effectuer pour obtenir un chiffrage complet et détaillé des travaux de mise en conformité. Il est important de ne pas écarter de sites à cette étape du projet : peut-être qu'au contraire l'installation photovoltaïque sera la bonne occasion pour désamianter un bâtiment (le désamiantage sera obligatoire en cas de travaux), isoler une toiture[25], refaire la charpente, mettre en accessibilité une toiture terrasse ou refaire la cour d'école à la suite des travaux d'ouverture de tranchée nécessaire pour le raccordement. Ainsi des travaux paraissant parfois démesurés pour un projet photovoltaïque peuvent présenter une opportunité d'améliorer l'existant. La mutualisation de certains coûts de travaux permettant alors d'optimiser à la fois le budget solaire et le budget d'entretien du patrimoine.

24 https://www.photovoltaique.info/fr/realiser-une-installation/analyse-de-la-faisabilite-technique/evaluer-les-contraintes-du-site/

25 Les travaux afférents à l'installation photovoltaïque doivent être effectués en parallèle de ceux de rénovation (comme par exemple l'isolation ou la réfection de l'étanchéité de la toiture) lorsqu'une telle opération est prévue à court ou moyen terme. Cette mutualisation permet d'optimiser les coûts en intervenant qu'une fois. Une toiture terrasse mal isolée et accueillant une installation photovoltaïque devra prévoir son isolation à l'occasion des travaux pour éviter des surcoûts ultérieurement. La Région préconise une résistance thermique supérieure à 7,5 en zone H3 et de 10 en zone H2 et H1.

3.4 SURFACE DISPONIBLE EN TOITURE

Afin d'absorber les coûts fixes d'un chantier photovoltaïque et les travaux de mise en conformité de la toiture, il est nécessaire de bénéficier d'une surface minimum de 50 m² (installation de 9kWc) d'un seul tenant sur la toiture. Une toiture avec plusieurs petites surfaces ou très encombrée, nécessitant de morceler l'installation, est à écarter. La surface exploitable ne doit pas être ombragée. L'effet des ombres portées sur les installations photovoltaïques peut être important et nécessite quelques précautions[26]. Plus d'informations sur les principes de conception des installations photovoltaïques sur bâtiment sont disponibles sur le centre de ressources[27].

26 En photovoltaïque, la perte de production n'est pas proportionnelle à la surface ombragée (alors que c'est le cas en solaire thermique), car l'ombre gène la circulation du courant dans les cellules et peut ainsi pénaliser tous les panneaux qui sont câblés ensemble. En fonction de la forme des ombres, l'installateur peut adapter le câblage pour en minimiser les effets.

27 https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/au-sol-ou-sur-batiment/photovoltaique-sur-batiment/

3.5 INTÉGRATION ARCHITECTURALE

Il n'y pas lieu de « s'autocensurer » en tant que maître d'ouvrage ou pilote d'une grappe de projets face à des projets à proximité de bâtiments historiques[26]. Il est important de consulter les prescriptions locales existantes et, en cas de doute, de présenter les projets à l'ABF en vue de trouver des solutions pour les faire aboutir, en cohérence avec les objectifs nationaux et locaux, que la collectivité a souvent fixés dans le cadre de démarches imposées par ailleurs par le législateur (PCAET par exemple). Pour qu'un échange constructif s'installe, il y a lieu de présenter a minima des esquisses ou photos montages permettant à l'ABF de formuler des recommandations voire des demandes éventuelles.

Parcours ABF : le témoignage de la CoVe

Après avoir identifié plusieurs centaines de sites potentiels, la Communauté d'Agglomération Ventoux Comtat Venaissin, dans le Vaucluse, a choisi de rencontrer l'ABF afin d'échanger sur la trentaine de projets situés en périmètre de protection de monument historique[28]. L'échange a permis d'exclure des bâtiments sur lesquels l'ABF refusait fermement l'installation de PV et de discuter sur des bâtiments potentiels avec une adaptation : tuiles PV, haies pour casser la visibilité de la centrale, etc... Ce contact a été très apprécié par l'ABF et chaque partie a pu mieux comprendre les contraintes de l'autre. Presque la moitié des projets présentés devrait être réalisables.

Figure 4 : De nombreuses solutions existent pour réaliser de belles intégrations architecturales, comme ici un bardage bi-verre PV. Crédits photo : Bouygues Immobilier, Linkcity, quartier La Confluence, Lyon.

28 Avis de l'ABF sur la déclaration préalable ou la demande de permis de construire obligatoire dans un périmètre - par défaut - de 500 mètres autour des sites classés et inscrit (art. L621-30 du code du patrimoine) – un recours est possible en cas d'avis défavorable (art. R*424-14 code de l'urbanisme)

Figure 5 : Il est possible d'équiper des toitures à proximité de monuments historiques, comme ici au Vatican. Crédit photo : REUTERS.

Attention : De nombreuses solutions existent pour réaliser de belles intégrations architecturales, mais aucune n'est adaptée à de la massification de projets : des modules sur mesure, ou de couleur, ou bi-verre avec des écartements de cellules spécifiques… coûtent 3 à 4 fois plus cher que des modules standard. Ces solutions sont intéressantes à titre démonstratif dans le cadre de projets où elles peuvent être financées sur le budget de construction ou réhabilitation d'un bâtiment, car elles ne pourront pas se rembourser par la vente d'électricité produite.

Figure 6 : Le photovoltaïque n'est pas interdit aux abords ni sur des monuments historiques, comme ici à l'office du tourisme d'Alès. Les zones en rouge sur la carte en haut à droite représentent les périmètres de protection des monuments historiques de la ville d'Alès. Crédit photo : Google Street view.

3.6 RACCORDEMENT AU RÉSEAU

Le raccordement au réseau apporte une incertitude significative dans le développement d'un projet. En fonction de la puissance de l'installation et de sa localisation, il peut aller du simple branchement (aux alentours du millier d'Euros) à des travaux d'un montant dépassant, dans les cas les plus défavorables, celui de l'installation elle-même. Le constat actuel est qu'un raccordement dépassant 20% du coût de l'installation engendre généralement un abandon du projet.

Seul le devis établi par le gestionnaire de réseau informe sur le coût réel de raccordement. Celui-ci est obtenu quelques semaines à quelques mois après le dépôt de la demande complète de raccordement, c'est-à-dire assez tardivement dans le projet[29]. Dans le cas où la liste des sites potentiels à équiper est importante, il peut être utile, au moins pour les premières opérations, d'écarter les sites qui présentent un fort risque de coût de raccordement élevé (voir aussi chapitre 6). Quelques critères simples permettent un tel tri en première approche.

3.6.1

Connaître la distance au poste

C'est le critère le plus simple. Il s'agit de mesurer **la distance entre l'installation et le poste de distribution publique**[30]. Si elle est supérieure à 250 m, les règles de raccordement en vigueur limitent fortement l'intérêt du projet :

- Le risque de devoir renforcer le réseau est important[31].
- Quelle que soit la puissance du projet, le barème de raccordement appliqué par Enedis implique que les coûts de renforcement du réseau éventuellement nécessaire seront intégrés au coût du raccordement.
- Même si le coût de raccordement n'est pas rédhibitoire[32], l'installation risque de consommer une capacité d'accueil importante sur le réseau, empêchant d'autres producteurs de s'installer sur la même ligne électrique à un coût acceptable[33].

A noter toutefois que, lorsque le projet est de puissance inférieure à 18 kVA et est localisé sur un bâtiment déjà alimenté en électricité, si l'entité titulaire du contrat en soutirage (consommation) est la même que celle réalisant la demande de raccordement en production, seuls les coûts de branchement sont à payer. Les coûts de raccordement ne dépasseront alors probablement pas 1 500 € TTC.

Dans les autres cas, écarter les projets à plus de 250 mètres du poste permettra de simplifier les premières opérations en termes de temps et de coûts de développement. Pour plus d'informations: voir §6.2.

29 Afin d'éviter de poursuivre le développement d'un projet dont le coût de raccordement sera prohibitif, Enedis a mise en place la possibilité de faire une Demande Anticipée de Raccordement (DAR). Toutefois, celle-ci implique de verser des arrhes dont le coût peut être significatif en fonction de la phase du projet, et qui seront perdues si le projet est abandonné.

30 Distance entre le point supposé de raccordement de l'installation au réseau et le poste HTA/BT, en suivant le linéaire du réseau basse tension. La cartographie du réseau est disponible sur l'open data d'Enedis: https://www.enedis.fr/open-data-cartographie-des-reseaux. La distance peut ensuite être estimée en linéaire réseau à partir des outils de geoportail.gouv.fr ou sur un logiciel de cartographie de type QGis ou Mapinfo.

31 Le besoin de renforcer le réseau (i.e. de mettre un câble de plus forte section), est avéré lorsque l'étude menée par le gestionnaire de réseau indique que la tension en sortie de l'onduleur risque de dépasser de plus de 10% la tension nominale du réseau (230 V en monophasé en basse tension). Les élévations de tension générées par une installation de production étant directement proportionnelles à la distance au poste - et inversement proportionnelle à la section des câbles -, plus le réseau est long et de faible section, plus le risque de devoir le renforcer est élevé. A noter que, dans le barème d'Enedis, ces travaux de renforcement lié au raccordement d'un producteur sont appelés « travaux d'extension », ce qui peut engendrer une certaine confusion dans le cas – très courant - du raccordement d'une installation de production sur un site lui-même déjà raccordé au réseau.

3.6.2

Utiliser l'outil Enedis en ligne

Pour affiner l'analyse a priori, sans engager de frais d'études, il est possible d'utiliser le « Simulateur de raccordement » d'Enedis, disponible sur l'espace client professionnel ou particulier. En fonction de la localisation et de la puissance du projet, celui-ci fournit une indication de la complexité du raccordement par un signal coloré (Raccordement simple / Prolongement du réseau / Étude complémentaire / Création de réseau). Dans le cas où le simulateur de raccordement indique qu'une étude complémentaire ou qu'une création de réseau est nécessaire, le porteur de projet peut se rapprocher de l'autorité organisatrice de la distribution d'électricité (la métropole ou le syndicat d'énergie). Celle-ci peut indiquer si des travaux sont prévus sur le réseau dans la zone du projet. Si tel est le cas, la contrainte réseau pourrait être levée par les travaux programmés.

Plus d'informations sont disponibles sur la page Coûts de raccordement au réseau de photovoltaïque.info. (voir également §6.3)

3.6.3

« Brider » l'onduleur

Pour éviter d'écarter trop de sites, il est possible de demander une puissance de raccordement limitée à 80% de la puissance crête qui sera installée. En effet, même en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, une installation photovoltaïque produit peu souvent à sa puissance maximale. Ainsi, une telle limitation réduit rarement la production annuelle de plus de 1 %, tout en apportant des avantages significatifs en termes de raccordement :

- Pour le projet concerné, cela peut parfois suffire à lever le besoin de renforcement, réduisant alors fortement le coût de raccordement.
- La capacité d'accueil du réseau qui est consommée est plus faible, offrant plus de chances à d'autres producteurs arrivant sur le même tronçon de se raccorder à un coût acceptable. Plus d'informations sur ce sujet sur : https://reseaux.photovoltaique.info/fr/integrer-les-enr-aux-reseaux/enjeux-techniques-du-raccordement-des-producteurs/notion-de-capacite-daccueil-en-production/

Ainsi, dans le cas où le simulateur de raccordement en ligne n'afficherait pas l'indicateur « vert », il est intéressant de regarder si une demande de puissance 20 voire 30% inférieure permettrait d'obtenir ce signal vert, indiquant que les coûts de raccordement ont de fortes chances d'être raisonnables.

3.6.4

Ne pas abandonner définitivement un site à cause du réseau

En résumé pour le critère réseau, si le risque que le coût soit rédhibitoire est élevé, il y a lieu d'écarter le site pour qu'il ne vienne pas inutilement augmenter les temps de développement de la grappe. Mais il ne faut pas l'oublier pour autant. Il est important d'informer l'autorité concédante du réseau sur le fait qu'une volonté de développer du photovoltaïque sur ce site est pour l'instant bloquée par une trop faible capacité d'accueil. L'accumulation de ce type d'informations devrait permettre par la suite que des travaux sur le réseau soient orientés vers les zones où ils permettent de débloquer des projets.

32 Plus en savoir plus sur la capacité d'accueil en production : https://reseaux.photovoltaique.info/fr/integrer-les-enr-aux-reseaux/enjeux-techniques-du-raccordement-des-producteurs/notion-de-capacite-daccueil-en-production/

33 Ces contraintes sont notamment issues de choix de réglage du réseau (« plan de tension »). Pour plus d'information, voir https://reseaux.photovoltaique.info/fr/integrer-les-enr-aux-reseaux/enjeux-techniques-du-raccordement-des-producteurs/notion-de-capacite-daccueil-en-production/

3.7 RELATION AVEC LES DÉCIDEURS ET AUTRES PERSONNES CONCERNÉES PAR LES BÂTIMENTS

L'ultime frein au développement réside dans l'acceptation du projet. L'intérêt que le propriétaire du bâtiment ou son représentant (gestionnaire, maire et conseil municipal…) portent au projet dessinera naturellement la première grappe de toitures à équiper. Il est important de ne pas sous-estimer l'énergie humaine nécessaire au développement d'un projet : sensibilisation et information des parties prenantes, présence à l'émergence du projet pour les études, à la signature des mandats pour la demande de raccordement et l'autorisation d'urbanisme, puis à la signature du bail ou du contrat d'obligation d'achat… et discussion sur les accords d'accessibilité au site pour les travaux et la maintenance par la suite.

D'autres aspects entrent alors en ligne de compte, et notamment les attentes et besoins des gestionnaires et des personnes utilisant les bâtiments. La connaissance des besoins éventuels de travaux, voire des travaux déjà planifiés ou budgétés, représente ainsi un atout important pour donner de la cohérence au projet et emporter l'adhésion des décisionnaires[34].

Au-delà de la simplicité technique qui rend, de fait, un projet rentable économiquement, c'est une bonne relation avec les propriétaires et gestionnaires qui permet l'émergence de premiers projets réussis qui, par effet d'entrainement, en amèneront d'autres.

Attention également à ne jamais prendre un site pour acquis avant la pose des panneaux car un projet peut ne pas aboutir suite à une délibération défavorable pour l'une des étapes citées ci-avant.

34 Ainsi, par exemple, la présence d'amiante dans une toiture est souvent considérée comme un obstacle à une installation solaire, mais si une volonté de supprimer l'amiante existe sur le patrimoine, cela peut devenir une opportunité.

4

VOLET

Quel modèle économique ?

4.1 EXEMPLES DE BILANS PAR PROJET

Les principaux postes de dépenses pour la réalisation d'une installation photovoltaïque en toiture sont les suivants :

INVESTISSEMENT	CHARGES ANNUELLES
Système PV	Supervision, entretien et maintenance
Raccordement	Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Électricité (TURPE)
Contrôle technique	Contrôles obligatoires
Assurance chantier	Assurance RC et dommage aux biens
Maîtrise d'œuvre et prestations d'accompagnement	Loyer
Diagnostic structure et autres études techniques	Fiscalité (IFER, CFE) et impôts (IS)
	Intérêts d'emprunt

Les gains annuels dépendent du mode de valorisation de l'électricité : recettes de vente sur la totalité de la production ou recette de vente sur le surplus et économies sur la facture d'électricité pour la production autoconsommée.

À titre d'exemple sont présentés ci-dessous des bilans économiques simplifiés d'installations en vente totale en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, basés sur des hypothèses prudentes de coûts d'investissements. Ce tableau met en évidence les « effets de seuils » des tarifs d'achat[35] : le prix du kWh acheté baisse au-delà de 36 kWc, ce qui fait qu'un projet de 50 kWc est un peu moins rentable qu'un projet de 36 kWc. Cet aspect conduit souvent les maîtres d'ouvrage à brider la puissance installée à 36 kWc lorsque la toiture pourrait accueillir 40 voire 45 kWc.

A noter que la puissance considérée pour le tarif d'achat est la puissance cumulée (dite « P+Q »[36]) : si deux installations – par exemple 30 kWc en toiture et 20 kWc en ombrière de parking – sont réalisées dans un même laps de temps (18 mois) sur un même site[37], le tarif d'achat appliqué à ces deux installations sera celui correspondant à une puissance de 50 kWc. Il peut alors être intéressant d'intégrer par exemple la toiture dans une première grappe, et de réaliser l'ombrière dans une deuxième grappe (au moins 18 mois plus tard pour considérer, au sens du tarif d'achat, qu'il s'agit d'un nouveau projet).

35 Voir les grilles tarifaires sur : https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/tarifs-dachat/arrete-tarifaire-en-vigueur/
36 Voir : https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/tarifs-dachat/arrete-tarifaire-en-vigueur/#conditions_dapplication
37 Des installations photovoltaïques — autoconsommation totale comprise — distantes de moins de 100 m et étant localisées sur une ou plusieurs parcelles appartenant à un même propriétaire sont considérées comme faisant parties d'un même site. Pour plus de précision, consulter la note de la DGEC de novembre 2018 : https://www.edf-oa.fr/sites/default/files/021118_-_note_instruction_sur_arrete_pv_-_doaat-edf_-_anroc_-_fnsicae-_v2.pdf .Cette disposition pourrait évoluer dans le cadre de l'arrêté tarifaire 2021.

	9 kWc	18 kWc	36 kWc	50 kWc	100 kWc
Investissement	19 000 €	29 000 €	48 000 €	63 000 €	115 000 €
Recette (€/an) 1500 kWh/kWc/an)	2 120 €	3 260 €	6 520 €	7 880 €	15 770 €
Charges (€/an)	600 €	1 000 €	1 700 €	2 200 €	3 800 €
TRB	12,5	12,8	9,9	11,1	9,6

Figure 7 : Tableau d'**ordres de grandeur** de coûts d'investissements, charges et recettes en fonction de la catégorie de puissance de l'installation photovoltaïque. Le Temps de Retour Brut (TRB) est le ratio de l'investissement sur les recettes nettes des charges, il représente le temps en années au bout duquel l'installation est rentabilisée. Les recettes ont été calculées sur la base des tarifs d'achat de 2020. Source : Hespul, 2019.

4.2 INCITER LE PROPRIÉTAIRE

Bien qu'il contribue aux objectifs de transition énergétique, un projet qui apporte en plus une recette directe et rapide au propriétaire ou gestionnaire du site sera plus facile à monter. En maîtrise d'ouvrage directe par une commune, comme le photovoltaïque est géré dans un budget annexe, le recours à un emprunt permet, sans toucher à la capacité d'autofinancement, de construire un projet qui rapporte de l'argent dès la première année. Dans le cas d'une mise à disposition de toiture, le loyer – ou les travaux induits d'amélioration de la toiture par exemple – constituera la principale incitation à accepter le projet.

La mise à disposition de toiture peut paraitre plus incitative car elle nécessite moins de démarches, mais il est important de souligner que le gain économique pour le propriétaire du bâtiment sera supérieur si il mène le projet en maîtrise d'ouvrage directe, notamment dans le cadre d'un groupement de commandes où il bénéficiera d'expertise et d'un facteur d'échelle pour maîtriser les coûts.

Le loyer annuel pour la mise à disposition de toiture va généralement de 1 à 3 € par m² de panneaux posés. Il peut être nul dans le cas de travaux annexes importants (désamiantage, réfection d'étanchéité…) ou être soumis à la prise en charge de ces travaux préalables par le propriétaire.

L'autoconsommation peut également être source de motivation pour le propriétaire, mais elle implique qu'il soit maître d'ouvrage de l'installation et utilisateur du bâtiment ou, dans le cadre d'une mise à disposition de toiture, que la part de la production qui sera autoconsommée soit connue précisément, ce qui nécessite de relever et de comparer le compteur de production et le compteur de consommation du bâtiment[38].

Un projet pour gagner de l'argent ?

La question de la « rentabilité » du photovoltaïque est parfois posée comme un obstacle à la réalisation de projet. La Figure 7 ci-avant, montre qu'en région Provence-Alpes-Côte d'Azur certains projets peuvent rapporter au maître d'ouvrage une à deux fois ce qu'ils auront coûté en investissement et fonctionnement sur leur durée de vie. Pour une collectivité, d'autres questions sont par ailleurs légitimes : quels sont les objectifs fixés dans le PCAET ? N'y a-t-il pas un devoir d'exemplarité ? Le PV peut être-t-il vu comme une opportunité de réfection d'une toiture ? Ainsi, un projet qui, sur sa durée de vie, rapporte plus qu'il ne coûte n'a aucune raison de ne pas être mené. Au contraire, ne pas le porter serait faire perdre de l'argent à la collectivité.

38 Le surcoût d'exploitation lié aux relevés et la facturation est alors à mettre au regard du gain éventuel apporté par l'autoconsommation face à la vente totale. Voir aussi §4.4.

4.3 EXPLOITER LA SURFACE DISPONIBLE

Compte tenu du temps nécessaire pour développer un projet, et des objectifs élevés de surfaces à installer, il y a lieu d'exploiter au mieux le gisement, c'est-à-dire équiper le maximum de surface possible sur chaque site[39]. Le dimensionnement des installations doit donc se faire simplement sur les surfaces disponibles (et exploitables – voir chapitre 3).

L'optimisation des projets se fait donc par la mutualisation de leur développement plutôt que sur une éventuelle optimisation entre production et consommation (autoconsommation individuelle) qui n'a que peu de sens d'un point de vue territorial : en effet, les bâtiments produisant plus qu'ils ne consomment font ainsi œuvre de solidarité envers d'autres bâtiments du territoire qui ne pourront pas produire autant qu'ils consomment voire pas produire du tout[40].

D'autre part, les tarifs d'achat étant dégressifs par paliers de puissance, ils peuvent inciter dans certains cas à sous dimensionner une installation pour bénéficier d'un meilleur tarif (voir §4.1 ci-avant). S'il est logique de s'accorder une petite marge d'ajustement pour optimiser le bilan économique d'un projet lorsque la puissance installable dépasse de peu un des seuils du tarif d'achat, la surface non valorisée doit cependant rester dans une marge raisonnable pour ne pas perdre trop de gisement et rester, le cas échéant, dans les critères d'aides de la Région dont l'objectif est de valoriser les projets optimisant les surfaces.

39 L'optimisation passe également par le choix de modules PV de qualité afin d'avoir une production maximale par module.

40 Il est cependant possible, dans certains cas (par exemple consommation diurne toute l'année ou talon de consommation élevé), d'equiper une partie de toiture en autoconsommation totale et le reste en vente totale afin de valoriser tout le gisement dans un optimum économique pour le site.

4.4 AUTOCONSOMMATION OU VENTE TOTALE ?

Le choix du mode de valorisation de la production se fait après avoir écarté ou pas un site (voir chapitre 3) et après avoir dimensionné l'installation selon le principe ci-avant. Étudier la pertinence de l'autoconsommation comparativement à la vente totale est assez simple dès lors que l'on dispose des courbes de charge en consommation. Pour les sites équipés d'un compteur communicant (Linky), il est possible de les obtenir gratuitement auprès du distributeur d'électricité (ENEDIS ou ELD) ou de son fournisseur d'électricité, sous réserve de lui avoir demandé préalablement de les enregistrer. Cette demande est à faire en ligne le plus tôt possible, puisque les données antérieures à la demande ne seront pas disponibles.

En l'absence d'enregistrement, il est plus logique, notamment pour les sites de taille modeste (par exemple moins de 50 kWc), de procéder à une estimation basée sur des ratios. Dans le cadre d'une préfaisabilité, l'outil « évaluer mon devis »[41] permet, à partir d'un budget d'investissement estimé, de visualiser le bilan simplifié sur 20 ans, avec comparaison en première approche des options « vente totale » et « autoconsommation ». Le coût d'une instrumentation ou d'une reconstitution de courbe de charge n'est souvent pas justifié. Disposer alors des consommations mensuelles du site permet d'affiner l'estimation. En cas de doute sur la pertinence de l'autoconsommation, le recours à une étude précise externalisée ne se justifie que pour les plus gros projets, lorsque l'enjeu en termes de gain financier est supérieur au coût d'étude[42].

41 https://evaluer-mon-devis.photovoltaique.info/ - Les paramètres qui influencent le plus les résultats sont la part de production consommée et l'évolution du prix de l'électricité achetée au réseau. En testant plusieurs hypothèses et en comparant avec le bilan qu'apporte la vente totale, il est possible de jauger de la robustesse du résultat de l'analyse. Le recours à un logiciel plus complet comme Autocalsol permet à la collectivité d'affiner cette comparaison. Cet outil peut être utilisé en interne, ce qui permet de s'approprier les enjeux et les limites de ces analyses en observant la variabilité des résultats en fonction des paramètres (de consommation notamment), mais l'analyse est déjà relativement complexe et nécessite un certain recul.

42 Les études de cas complexe peuvent bénéficier d'une aide régionale dans le cadre du Plan Solaire régional (https://oreca.maregionsud.fr/aides-et-appels-a-projets/dispositifs-regionaux.html, chercher dans la page la section sur le Plan Solaire)

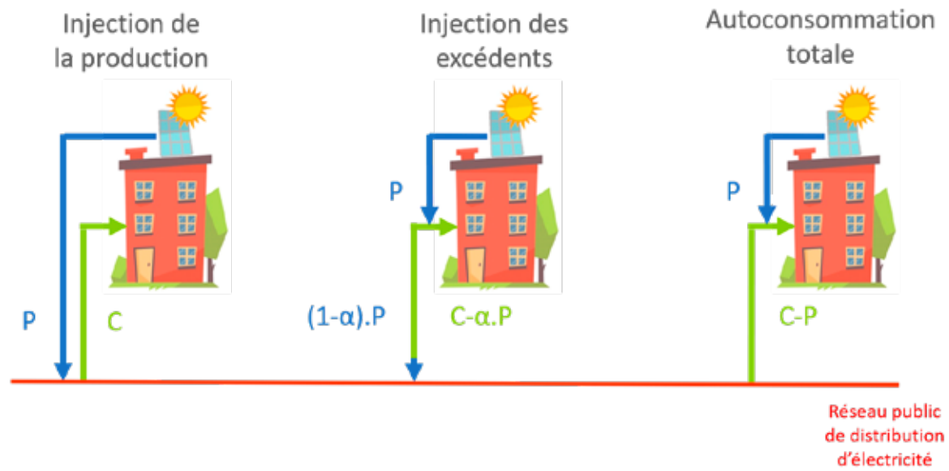


Figure 8 : L'impact sur le réseau est le même en autoconsommation avec surplus ou en vente totale. Source : Hespul, 2020.

Analyse de l'impact sur le réseau en fonction du mode de raccordement.
En vente totale (à gauche sur le schéma), toute la production est injectée sur le réseau via un compteur dédié. Lorsque le site consomme pendant la production, tout ou partie de l'électricité produite, à peine arrivée sur le réseau, retourne vers le bâtiment. En cas d'autoconsommation avec vente du surplus, une part (notée α sur le schéma) de l'électricité produite est utilisée sur place et l'électricité excédentaire est injectée. Pour une même puissance installée et un profil de consommation donné, la quantité injectée qui « remonte » sur le réseau et les périodes d'injections sont donc strictement les mêmes entre vente totale et vente du surplus. Le cas particulier de l'autoconsommation totale est très intéressant mais implique que la puissance produite ne dépasse jamais la puissance consommée, ce qui revient - parfois - à sous dimensionner l'installation photovoltaïque.

Pour ce qui est des coûts de raccordement, la seule différence vient de la nécessité de disposer d'un compteur dédié pour la vente totale, ce qui peut impliquer de créer un nouveau branchement (soit un coût avant réfaction[43] de 1600 € [44]).

43 La réfaction est la part des coûts de raccordement à la charge du gestionnaire de réseau (financée par l'ensemble des utilisateurs)

44 Plus d'informations sur : https://reseaux.photovoltaique.info/fr/integrer-les-enr-aux-reseaux/couts-de-raccordement-et-capacites-daccueil-des-reseaux/principes-de-tudes-et-de-dimensionnement-en-basse-tension/#raccordement_en_autoconsommation_avec_surplus

4.5 BILAN PAR PROJET OU BILAN PAR GRAPPE ?

Dans une logique de monter une grappe comprenant de nombreuses installations, la simplification de la démarche doit primer : en acceptant que certaines installations ne soient pas parfaitement optimisées d'un point de vue financier[45], on réduit les coûts et temps de développement de la grappe, ce qui en assure la pertinence économique globale. Rappelons que, à surface installée identique, la production d'électricité renouvelable – et donc la contribution aux objectifs locaux et nationaux – sera la même quel que soit le choix entre vente totale et autoconsommation.

La vente totale est par ailleurs mieux adaptée en cas de recours à un développeur ou une société de projet pour financer les installations, car cela supprime la question de la valorisation économique de la part de production autoconsommée (voir §7.3 et §7.4)[46].

Du «sur mesure» au «prêt à porter»

L'idée générale est de passer d'une logique de « sur mesure » à du « prêt à porter » pour rendre accessible le photovoltaïque à un plus grand nombre de sites.

Dans le cadre d'une grappe dans une région comme Provence-Alpes-Côte d'Azur, tous les projets pris individuellement doivent « se payer » sans difficulté en vente totale sur la durée du contrat d'achat (voir exemples ci-après). Il y a donc plus d'enjeux à simplifier le développement et en optimiser les coûts pour équiper plus de sites plutôt que de passer beaucoup de temps à optimiser les projets site par site, avec un gain supplémentaire à la clé incertain.

45 Ce qui est d'ailleurs impossible même avec des études couteuses puisque certains paramètres seront de toute façon estimés avec une marge d'erreur incontournable.
46 Un tiers-investisseur qui exploite une installation en auto consommation doit en effet intégrer l'electricite autoconsommée dans le loyer qu'il perçoit, ce qui complexifie le contrat pour prendre en compte des évolutions possibles (changement d'usages, d'occupant…) difficiles a anticiper et qui peuvent avoir un impact sur le modèle économique. Le souhait de recourir a l'auto consommation doit donc plutôt orienter vers la maitrise d'ouvrage directe, par exemple dans le cadre d'un groupement de commande pour rester dans l'esprit de la massification (voir aussi le chapitre 7).

4.6 GAINS APPORTÉS PAR LA MUTUALISATION

Si le bénéfice majeur des projets en grappes réside dans l'avancée significative de la production renouvelable en peu de temps, cette démarche présente également un intérêt économique :

- Fort sur les phases de développement, par la mutualisation de nombreuses tâches et le recours à des personnes dédiées qui deviennent rapidement des spécialistes.
- Plus modeste sur les coûts d'ingénierie et de travaux, les grappes pouvant être composées de sites dispersés géographiquement, avec des frais fixes de chantiers peu compressibles
- Très intéressant en phase d'exploitation, avec par exemple le recours à des contrats cadres pour la supervision multi-sites, l'entretien et la maintenance, et les contrôles obligatoires, et suivant les cas, un bénéfice également lié à une certaine standardisation des solutions techniques (voir chapitre 8).

Elle permet de plus, en groupant des projets très rentables[47] avec des projets moins rentables, d'équiper à terme un bien plus grand nombre de sites qu'en laissant des initiatives isolées se développer. Il est donc important de monter des grappes assez hétérogènes de manière à embarquer les plus petits sites grâce aux plus gros. En commençant par les plus gros projets, le risque est grand que les plus petits ne voient jamais le jour.

Au-delà des aspects économiques, elle permet également d'apporter à des communes un accompagnement pour mener à bien des projets pour lesquels elles n'ont pas toujours l'ingénierie technique et/ou le temps nécessaires.

47 C'est souvent le cas des projets de 100 kWc (et jusqu'à 500 kWc lorsque le tarif d'achat garanti sera valable jusqu'à ce niveau de puissance) pour lesquels il est facile de trouver un développeur privé qui viendra investir et verser un loyer pour l'occupation de la toiture.

4.7 BILAN ÉCONOMIQUE D'UNE GRAPPE

L'exemple du « P+Q[48] » ci-avant illustre l'intérêt de considérer le montage de grappes de projets comme un processus récurent dans la durée et non comme une opération isolée. L'autre avantage de cette approche est que cela permet d'intégrer les différents sites à équiper au fur et à mesure de l'accord des différents décideurs : **il ne s'agit pas de réaliser les meilleurs sites d'un point de vue technique ou économique, mais de regrouper l'ensemble des sites prêts à être équipés à un instant donné,** ce qui a l'avantage d'apporter de la visibilité plus rapidement, et d'engendrer un effet d'entraînement, qui sera d'autant plus efficace que la première grappe sera composée d'installations de différents types et tailles, mettant en évidence l'étendue des possibles.

Le graphique ci-dessous montre que la marge dégagée par une grande installation est plus importante, et qu'elle doit, dans une logique de bilan économique global, permettre d'intégrer de plus petits sites. En effet, même si des projets de 9 ou 18 kWc sont eux-mêmes rentables comme le montre le tableau précédent, ils présentent des coûts de développement fixes qui font qu'un développeur privé ne se positionnera pas sur une grappe qui ne comporterait que ces niveaux de puissance.

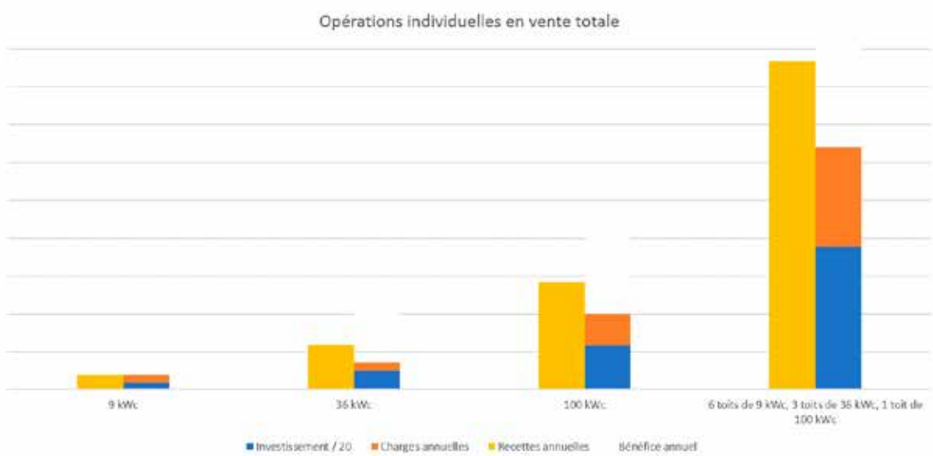


Figure 9 : Regrouper plusieurs opérations individuelles en une opération unique — grappe photovoltaïque — permet d'assurer une rentabilité globale (histogramme de droite), y compris en y intégrant des projets peu rentables (histogramme de gauche). Cela permet d'équiper un plus grand nombre de sites. Source : Hespul, 2020

48 La règle du P+Q pourrait évoluer avec l'arrêté tarifaire 2021 non publié au moment de la rédaction du présent guide

Et si l'innovation, c'était simplement d'atteindre les objectifs de production d'énergie renouvelable?

Le constat qui a mené à la rédaction du présent guide est que, au niveau national ou local, nous sommes loin de la trajectoire de développement du photovoltaïque qui nous amènerait à remplir nos objectifs[49]. Les projets d'autoconsommation collective sont séduisants par leur côté novateur et de dynamique locale où se côtoient producteurs, citoyens-consommateurs et collectivité, qui se familiarisent avec la question de l'énergie et se la réapproprient, avec des impacts positifs également sur la sobriété et l'efficacité[49]. Cependant, les retours d'expériences existants montrent que tous ces projets prennent beaucoup de temps et nécessitent des subventions locales importantes puisque, compte tenu des taxes appliquées sur la vente des kWh, le producteur doit se contenter d'un prix de vente de sa production d'environ moitié moins que les tarifs d'achat en vente totale, ce qui ne permet pas de financer l'installation.

Dans un autre esprit, des projets « smart » se développent avec du stockage, du couplage avec des bornes de recharge de véhicules électriques… S'il est important dans les collectivités de rester en veille sur le devenir de ces solutions, il y a lieu d'être vigilant quant aux ressources qui y sont consacrées, car ces projets n'apportent à court terme que des contributions très modestes à l'atteinte des objectifs, et de plus ils renvoient l'image d'une transition énergétique « high-tech » qui ne contribue pas à son appropriation par un maximum d'acteurs[51]. Exploiter l'important gisement solaire que présente le patrimoine public en assurant la coordination de nombreux projets « de front » relève aussi de l'innovation.

49 La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) fixe pour 2028 un objectif de 35 à 44 GWc installés en France, contre 10 actuellement. Le parc doit donc être multiplié par 4 en moins de 10 ans.

50 À noter que des dispositifs spécifiques de sensibilisation et d'accompagnement aux éco-gestes ont montre leur efficacité pour réduire les factures d'energie. Ils peuvent se déployer indépendamment ou en complément de démarches de développement du photovoltaïque : https://defis-declics.org/fr/»

51 L'ADEME, dans une publication de novembre 2019 («Terres rares, énergies renouvelables et stockage d'énergie »), souligne que « dans une perspective à long terme de forte pénétration des énergies renouvelables sur le réseau et de l'élimination du recours aux moyens thermiques, le déploiement de capacités de stockage d'énergie de masse ne semble nécessaire avant 2030 que pour les zones non interconnectées et plutôt après 2040-2045 pour la France métropolitaine ». La Programmation pluriannuelle de l'énergie, définie dans un décret du 21 avril 2020, confirme cette vision en affirmant que, dans le cadre des objectifs nationaux à 2028 (44 GW de photovoltaïque et 35 GW d'éolien), « il n'y a pas de besoins additionnels de stockage pour assurer l'équilibre offre-demande ». Ces éléments montrent que **la priorité actuelle pour les territoires est bien de « faire sortir des projets » de production** renouvelable pour atteindre les objectifs.

5

VOLET

Rôle de la note d'opportunité

5.1 PERMETTRE LA DÉCISION DE PRINCIPE

L'objectif de la note d'opportunité – ou étude de préfaisabilité - est de juger de la pertinence intrinsèque d'un site en vue d'aboutir à une décision de principe de réalisation d'une installation (ou à l'abandon du projet). Les études de préfaisabilité menées sur les différents sites potentiels permettent de les comparer entre eux, de déterminer le potentiel global du projet et d'en estimer le budget.

La note doit être concise pour mettre en évidence les informations utiles à la présentation du projet et à la prise de décision (voir exemple ci-après). Elle ne doit pas être surchargée avec des informations peu pertinentes et longues à collecter ou des informations trop générales. Elle peut par contre être accompagnée d'une fiche d'information répondant aux principales questions « classiques » qui se posent lors du montage d'un projet photovoltaïque.

Les projets photovoltaïques font souvent appel à plusieurs services au sein des collectivités (patrimoine, énergie, comptabilité, …) et plusieurs métiers au sein des entreprises (électricité, structure, étancheur, …) Il est donc primordial de bien localiser le site étudié pour permettre une bonne circulation de l'information : mettre une photo du site permet, surtout en cas de patrimoine important, de lever toute ambiguïté éventuelle dans la désignation du site concerné. Il peut également être utile de bien repérer toutes les toitures étudiées (même celles qui sont au final à écarter) pour garder une trace de toutes les zones envisagées.

5.2 DES RESSOURCES POUR RÉALISER LES NOTES

Les différentes étapes d'une pré-étude sont listées ci-dessous. Pour chaque étape, une source de données internet tenue à jour est proposée :

1. **Dimensionnement de l'installation en fonction de la surface disponible** : https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/photovoltaique-sur-batiment/
2. **Calcul de la production annuelle prévisionnelle** (par exemple avec l'outil gratuit en ligne PVGis) : https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP
3. Estimation des recettes : tarif d'achat x production tarif d'achat suivant l'arrêté tarifaire en vigueur : https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/tarifs-dachat/arrete-tarifaire-en-vigueur/
4. **Estimation du budget d'investissement et des coûts de fonctionnement annuels :** https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quelles-demarches-realiser/choisir-son-modele-economique/
5. Analyse économique simplifiée avec, comme principal indicateur, le bilan sur au moins 20 ans[52] entre le cumul des recettes et le total des dépenses (investissement et fonctionnement), éventuellement en comparant l'option autoconsommation avec la vente totale (voir §4.4 d'autres outils et des éléments de réflexion et d'arbitrage sur ces comparaisons). Outil d'évaluation du bilan : https://evaluer-mon-devis.photovoltaique.info/
6. **Avis et commentaires** : cette section permet d'indiquer les freins recensés ou les études complémentaires qu'il convient de mener (analyse structure, contraintes de raccordement, étude d'autoconsommation…), ainsi que les opportunités ou besoins de travaux pouvant être coordonnés avec l'installation. Des points de vigilance peuvent également être identifiés à ce stade : raccordement (éloignement du poste de distribution voir §3.6.1) ; urbanisme (périmètre d'un site classé voir §3.5).

NB : Une trame de note d'opportunité est fournie en Annexe.

52 Mener l'analyse sur 20 ans constitue une approche prudente : il s'agit de la durée du contrat d'achat, sur laquelle les recettes sont garanties. Au-delà des 20 ans, il sera possible de vendre à un autre acheteur, ou d'autoconsommer sous réserve de modifier le raccordement de l'onduleur. Les recettes après 20 ans sont difficiles à estimer, mais même en prenant une hypothèse très prudente de prix de marché actuel, elles dépasseront largement les coûts de fonctionnement. Considérer le bilan sur une durée supérieure à 20 ans ne peut donc que l'améliorer. La durée des vies des panneaux est de l'ordre de 30 ans, voire plus.

PALAIS DES SPORTS CURTIS BOURGOUIN

Coordonnées GPS	43,530887 ; 5 .580041
Adresse	46 rue Curtis Bourgoin, Turcotte, 99013

CARACTÉRISTIQUE DU SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE

Toiture	Zone bleue en toiture				
Couverture	Toiture bitume	Mise en œuvre	Surimposé sur toit plat		
Orientation	Sud -8°Est	Inclinaison	15°	Productible	1400 h/an
Puissance	60 kWc		Production	84000 kWh/an	
Tarif d'achat	10,51 c€/kWh (avril 2020)		Investissement	74 000 €	
Recettes	8 900 €/an	Charges	2 600 €/an	Bilan sur 20 ans	+52 000 €

Avis : Favorable - La tenue à la charge de la structure vis-à-vis de la pose d'un système PV est à vérifier préalablement. La réfection de la couche supérieure d'étanchéité et de l'isolant est à prévoir. La partie arrondie n'est pas propice à l'installation de panneaux solaires.
Attention : il faudra attendre 18 mois entre deux projets (bâtiment et parking) pour pouvoir bénéficier du meilleur tarif d'achat sur le plus petit projet.

Parking encadré en violet					
Mise en œuvre			Ombrière de parking		
Orientation	Sud -8° Est	Inclinaison	15°	Productible	1 400 h/an
Puissance	300 kWc		Production	420 000 kWh/an	
Tarif d'achat	X c€/kWh (en attente de la publication du nouvek arrêté tarifaire)		Investissement	335 000 €	
Recettes	X €/an	Charges	8 800 €/an	Bilan sur 20 ans	X €

Avis : Parking de 3250 m² très bien exposé et sans végétation on peut y mettre une ombière de 30 kWc - 250 kVA.
Attention : il faudra attendre 18 mois entre les deux projets (bâtiments et parking) pour pouvoir bénéficier du meilleur tarif d'achat sur le plus petit projet.

Nom du site et adresse précise,
voire coordonnées GPS pour bien l'identifier.
Possibilité d'indiquer les parcelles cadastrales

Photo du site avec les emplacements étudiés
(différentes couleurs si plusieurs emplacements).
Si le nord n'est pas en haut il faut indiquer
l'orientation de la vue.

Toiture concernée

Dimensionnement et productible

Analyse économique simplifiée
(le temps de retour brut permet
de confirmer que le projet «se paye»
sur la durée du contrat d'achat)

Avis et commentaire sur les contraintes identifiées

Figure 10 : L'étude d'opportunité apporte les informations permettant de juger de la pertinence d'un site en vue d'aboutir à une décision de principe de réalisation d'une installation. Source : Hespul, 2020.

6

VOLET

Démarches spécifiques liées au raccordement au réseau

6.1 UNE PROCÉDURE BIEN BALISÉE

Le raccordement de chaque installation comporte 5 étapes successives :

1. **La Demande de Raccordement (DR),** qui nécessite un certain nombre de documents administratifs[53], tels que l'autorisation d'urbanisme, pour être considérée comme complète. Elle arrive par conséquent relativement tard dans le projet. Cette complétude est un enjeu pour le futur producteur, car elle détermine la date, dite T0, fixant le trimestre sur lequel est calculé le tarif d'achat. Ce T0 marque également le point de départ du délai dont dispose le gestionnaire de réseau pour envoyer le devis de raccordement.
2. **Le devis de raccordement** est fourni par le gestionnaire de réseau dans les trois mois qui suivent la demande complète de raccordement. Selon la puissance ou la complexité du raccordement, ce devis correspond à un engagement financier ferme, éventuellement accompagné d'une Convention de Raccordement Directe (CRD). Si le gestionnaire de réseau n'est pas en capacité d'établir un devis ferme, il émet une Proposition Technique et Financière (PTF) estimative qui sera ensuite suivie dans les 5 mois d'une Convention de Raccordement présentant un coût ferme.
3. **Les travaux de raccordement** peuvent débuter après l'acceptation du devis de raccordement ferme ou de la Convention de Raccordement par le porteur de projet. La période de travaux est fixée en coordination entre le demandeur et le gestionnaire de réseau au moment de la Demande de Raccordement.
4. **Un contrat d'exploitation** est signé avant la mise en service de l'installation. Celui-ci engage le producteur sur son utilisation du réseau, celle-ci doit en effet être conforme aux informations renseignées par le producteur au moment de la Demande de Raccordement. Par exemple, la puissance maximale injectée ne doit pas être supérieure à la puissance de raccordement.
5. **La mise en service** est l'autorisation du Gestionnaire de Réseau de produire et d'injecter de l'électricité dans le réseau. Elle est réalisée par un agent d'Enedis qui se déplace sur site. Comme la Demande de Raccordement, cette étape nécessite des documents administratifs (CONSUEL, Contrat d'exploitation signé).

53 Voir https://www.photovoltaique.info/fr/realiser-une-installation/raccordement/demarches-de-raccordement/demandes-de-raccordement-pour-les-installations-36-kva/

6.2 DES AVANTAGES COMPLÉMENTAIRES À LA MUTUALISATION DE NOMBREUX PROJETS

Cette procédure est donc assez longue et potentiellement déroutante pour le porteur de projet, surtout pour une première réalisation. La mutualisation de plusieurs projets menés de front avec du personnel rompu à ces procédures (ou qui le deviendra rapidement) permet de réduire fortement le temps à passer pour chaque site, et apporte de plus les avantages suivants :

- Les projets les plus rentables aident à « faire sortir » les projets moins rentables, permettant d'intégrer quelques installations avec des coûts de raccordement qui n'auraient pas été finançables pris séparément
- Dans le cas où des projets sont situés sur la même portion de réseau, les travaux éventuellement nécessaires peuvent être mutualisés (les demandes de raccordement doivent être menées en même temps)
- Une meilleure connaissance se construit, permettant un dialogue avec le gestionnaire de réseau et l'autorité organisatrice de la distribution pour optimiser les coûts.

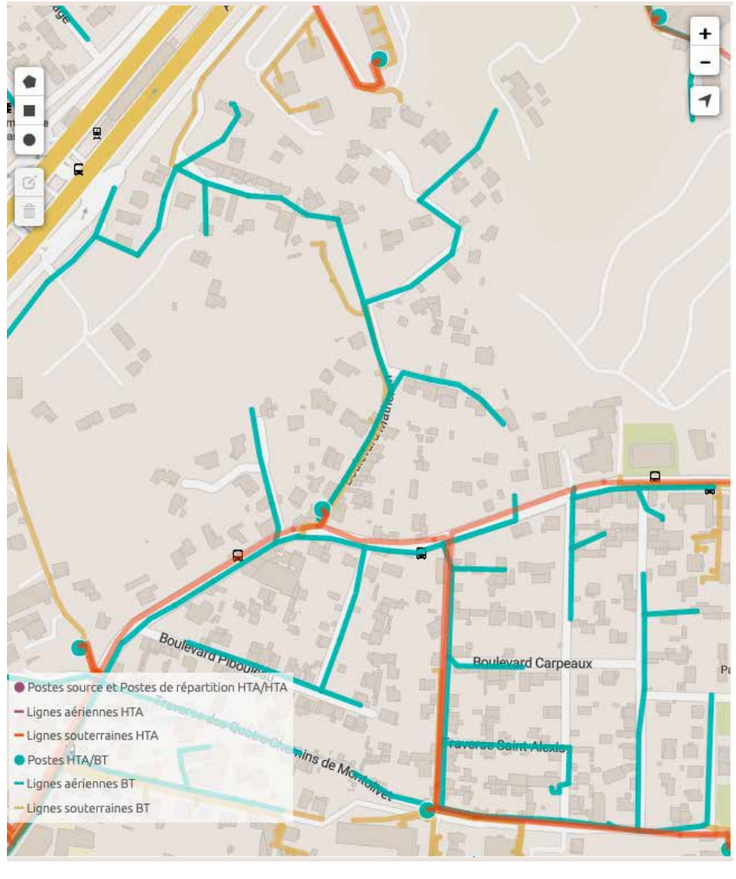


Figure 11 : La cartographie du réseau public de distribution d'électricité aérien et souterrain est disponible en open data sur le site d'Enedis : data.enedis.fr/pages/accueil/?id=cartographie-des-reseaux. Source : Enedis, 2020

6.3 DÉMARCHE GLOBALE POUR UNE OPÉRATION D'ENVERGURE

En résumé, les étapes ci-dessous permettent d'avancer avec pragmatisme pour, à court terme, s'assurer que les projets seront autant que possible compatibles avec les capacités d'accueil du réseau et, à plus long terme, contribuer à améliorer ces capacités pour accueillir plus de projets à moindre coût pour la collectivité dans son ensemble.

1. Écarter les projets pour lesquels le risque d'un coût de raccordement rédhibitoire est élevé (voir §3.6). Les recenser quand même pour intégrer cette information dans les échanges avec l'AODE (la métropole ou le syndicat d'énergie) et envisager de réaliser ces projets dans une future opération (point 4 ci-après).
2. En cas de devis de raccordement élevé, questionner, en lien avec l'AODE, les choix techniques ayant un impact potentiellement élevé sur le montant : tracé, puissance de raccordement…
3. En cas de projets à raccorder sur un même tronçon (y compris des projets écartés au 1. ci-dessus) : recenser avec l'AODE si des travaux de renforcement sont prévus sur ce tronçon ou en amont et dans quelle mesure ces travaux pourraient rendre le raccordement moins couteux. Étudier également si les travaux nécessaires peuvent être partagés entre deux voire trois installations à réaliser sur le même tronçon de réseau.
4. À plus long terme, ces échanges et la connaissance de projets à venir devront inciter les AODE et les GRD (Enedis ou une entreprise locale de distribution) à mieux intégrer les besoins d'injections dans la gestion des travaux et la planification des investissements, optimisant ainsi le coût global du développement du photovoltaïque sur les bâtiments et parkings.

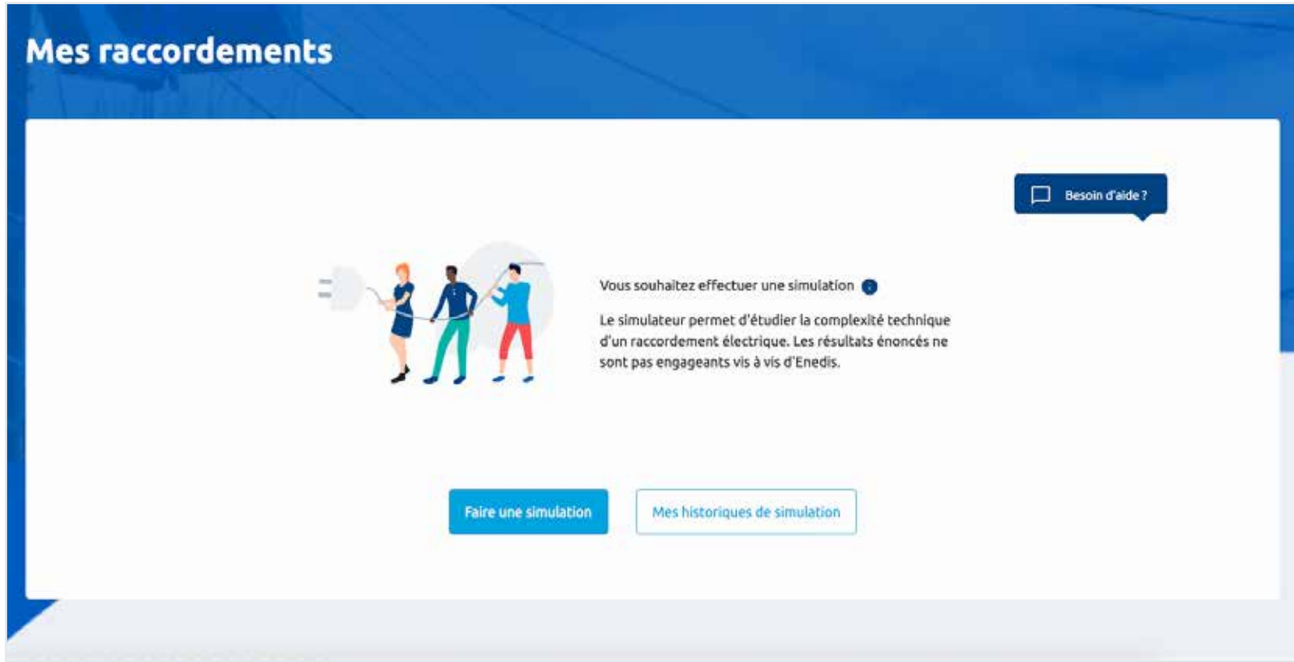


Figure 12 : Il est possible de simuler un raccordement sur le site d'Enedis via l'outil « Tester mon raccordement en ligne ». Cet outil est gratuit et accessible depuis un compte particulier, professionnel ou collectivité. Source : Enedis, 2020

7
VOLET

Quel montage opérationnel ?

7 QUEL MONTAGE OPERATIONNEL ?

Les communes ou leurs groupements ont plusieurs possibilités pour valoriser le gisement solaire sur leur patrimoine :

- Investissement en propre (§7.1 & §7.2).
- Participation à une société de projet (§7.3).
- Tiers-investissement au travers de la mise à disposition du foncier public (§7.4).

La maîtrise du projet par la collectivité ira en décroissant de l'une à l'autre de ces solutions, tandis que sa contribution à la production d'énergies renouvelables sur son territoire sera démultipliée tout en préservant sa capacité d'investissement, qui pourra être mobilisée pour des mesures d'animation ou le financement d'études et d'ingénierie.

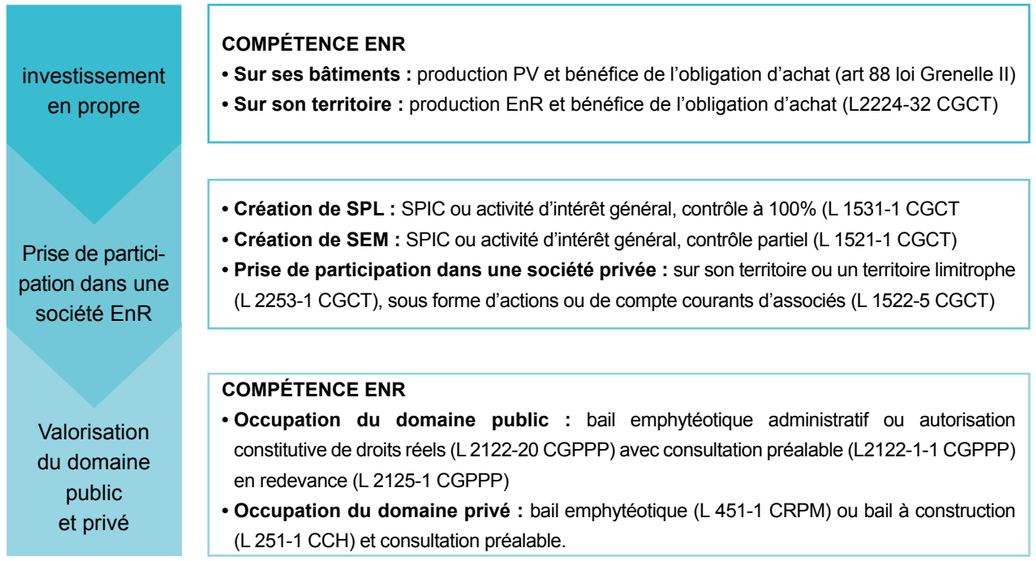


Figure 13 : Les collectivités souhaitant produire de l'électricité solaire sur leur bâtiment ou leur territoire peuvent utiliser 3 types de montages. Source: Hespul, Courrier des maires - N°334 - Mai 2019.

Depuis une dizaine d'années, les dispositions résultant successivement des lois Grenelle II, de transition énergétique, Sapin II et Énergie-Climat ont précisé les conditions dans lesquelles les collectivités et leurs groupements peuvent produire de l'électricité solaire sur leurs bâtiments ou leur territoire[54], mais aussi investir dans diverses structures à même de porter des projets, allant des sociétés publiques aux sociétés privées en passant par les sociétés publiques-privées, et enfin mettre à disposition leur foncier à des opérateurs.

54 Art. L2224-32 du CGCT qui permet aux collectivités de porter l'investissement, assurer la maîtrise d'ouvrage - en se faisant éventuellement accompagner - et exploiter les installations en bénéficiant notamment de l'obligation d'achat

7.1 MAÎTRISE D'OUVRAGE PAR LA COLLECTIVITÉ SUR SON PATRIMOINE

C'est le montage le plus simple : la collectivité, en tant que propriétaire du site, réalise une installation pour son compte. Dans le cadre d'une « grappe », un pilotage à l'échelle de l'intercommunalité, voire du syndicat d'énergie, permet de mobiliser des ressources adaptées pour accompagner chaque maître d'ouvrage.

7.1.1 Création d'une régie

La production et la vente d'électricité constituant un service public industriel et commercial (SPIC), il est nécessaire, pour chaque collectivité réalisant une installation sur son patrimoine, de créer une régie à autonomie financière pour porter l'investissement, percevoir les recettes issues de la vente et s'acquitter des divers frais de fonctionnement.

Le guide de gestion administrative, budgétaire et fiscale « Réaliser un projet photovoltaïque communal »[55], propose des modèles de délibération et de statuts pour la création du SPIC, un budget type appliquant la nomenclature M4 ainsi qu'un exemple de déclaration d'impôt sur les sociétés.

Pour en savoir plus sur le choix du régime de TVA : https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/qui-suis-je/proprietaire-personne-morale/collectivite-territoriale/#choisir_son_regime_dimposition

7.1.2 Coordination intercommunale

Le pilotage à une échelle intercommunale permet de rassembler des toitures identifiées sur plusieurs communes (dont les plus petites ou les moins avancées sur le sujet), de partager le retour d'expériences et de capitaliser sur la compétence de montage de projets dans l'objectif de multiplier les opérations. L'assistance ainsi apportée aux communes maîtres d'ouvrage peut prendre la forme d'un support technique et administratif, pour le choix des toitures, la création du SPIC ou les démarches d'autorisation d'urbanisme et de raccordement… Elle peut aussi se décliner sous la forme d'un groupement de commandes, en organisant une consultation unique multi-sites, l'attributaire du marché de travaux contractualisant ensuite avec chaque commune individuellement pour le lot qui la concerne.

55 https://www.crer.info/photovoltaique/ - guide édité par le Centre régional des Énergies Renouvelables de Nouvelle-Aquitaine (CRER)

7.2 MAÎTRISE D'OUVRAGE PAR L'INTERCOMMUNALITÉ OU LE SYNDICAT D'ÉNERGIE

Selon les territoires et le degré d'appropriation du photovoltaïque par les communes, il peut être pertinent, au-delà du pilotage du projet, que la maîtrise des installations soit également portée par un EPCI. Il est alors nécessaire d'établir des titres d'occupation des toitures à destination de l'EPCI, sans toutefois procéder à une publicité préalable, dans la mesure où la commune est membre de l'EPCI.

Pour financer ces projets, il est possible de mettre en œuvre un fonds de concours entre un syndicat et les communes ou les EPCI membres, à hauteur de 75% du montant de l'opération (art. L.5212-26 du CGCT).

+	−
Simplicité de montage et rapidité de mise en œuvre	Capacité d'investissement potentiellement limitée
Maîtrise du projet	Commande publique
Montée en compétences des agents	Besoin de moyens humains disponibles et formés au niveau de l'EPCI
Optimisation financière globale, les collectivités percevant l'intégralité des recettes	Mobilisation de la commune importante pour assurer la maîtrise d'ouvrage de son (ses) installation(s)

Figure 14 : La maîtrise d'ouvrage directe par la collectivité sur son patrimoine présente de multiples avantages en termes de recettes et de simplicité, cette option nécessite toutefois d'importantes ressources humaines et financières. Source : Hespul, 2020.

7.3 PARTICIPATION DE LA COLLECTIVITÉ À UNE SOCIÉTÉ DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

L'intérêt pour une collectivité d'être partie prenante d'une société qui porte le projet est d'externaliser le risque financier et le besoin de compétences, tout en apprenant beaucoup et en conservant un pouvoir de décision lui permettant de voir aboutir une opération conforme à ses attentes. Pour la société, la présence de collectivités au capital est un gage de confiance vis-à-vis des financeurs, qu'ils soient des citoyens désireux d'investir localement dans la production solaire ou des établissements bancaires classiques.

En pratique, cette participation peut prendre plusieurs formes. Sans entrer dans le détail de mise en œuvre de chaque modèle[56], la collectivité peut participer à deux grandes familles d'entreprises :

- **Les sociétés publiques locales (SPL) et les sociétés d'économie mixte (SEM),** qui peuvent être créées par les collectivités territoriales et leurs groupements pour exploiter des services publics à caractère industriel ou commercial ou toutes autres activités d'intérêt général[57]. Ces sociétés publiques, dans lesquelles les collectivités territoriales sont majoritaires, sont soumises aux règles de la commande publique.
  - Dans le cas d'une SPL, sa gestion étant « soumise à la surveillance directe de l'autorité compétente », une mise en concurrence pour l'occupation des toitures ne sera pas nécessaire (L2122-1-3 CGCT).
  - Dans le cas d'une SEM, même si elle est majoritairement contrôlée par la collectivité, une consultation devra être organisée si les toitures constituant la grappe appartiennent au patrimoine public (voir §7.4 ci-après).
- **Les sociétés anonymes ou sociétés par actions simplifiées (SA ou SAS)** de production d'énergies renouvelables, au capital duquel peuvent participer les communes et leurs groupements dans la mesure où les installations photovoltaïques sont situées sur leur territoire ou le territoire d'une commune ou d'un groupement limitrophe (L2253-1 CGCT). Cette prise de participation peut être directe (acquisition d'actions ou apport en comptes courants d'associés) ou indirecte (acquisition d'actions de sociétés actionnaires de la société de production d'EnR et de nulle autre). Néanmoins, les communes ne peuvent pas être à l'origine de la création de ces sociétés qui relèvent du droit privé et dans lesquelles elles sont minoritaires. L'intérêt de ce montage est qu'une SA ou SAS n'est pas soumise à la commande publique et dispose d'une plus grande liberté quant au choix de ses fournisseurs et entreprises, dont la consultation pourra être plus ciblée localement. De la même façon que pour les SEM, l'attribution de titres d'occupation du patrimoine public à ces sociétés devra faire l'objet d'une procédure de sélection préalable. Une exception permettant l'octroi d'un titre à l'amiable existe toutefois dans le cas où la collectivité serait en mesure d'exercer un contrôle étroit sur cette société[58].

56 La fédération des Entreprises publiques locales (www.lesepl.fr) est une source d'information précieuse pour choisir le modèle adapté et se lancer dans le montage d'une société.
57 Articles L1531-1 et L1521-1 CGCT
58 Article L2122-1-3 CGCT, la notion de « contrôle étroit » n'y étant pas explicitée.

Le choix entre ces diverses formes de sociétés résulte d'une appréciation équilibrée entre la pertinence des acteurs territoriaux déjà en place et pouvant être mobilisés, du niveau d'implication souhaitée par la collectivité mais également des modalités de prise de décisions au sein de la société projet.

+	−
Maîtrise du projet par la participation à la gouvernance de la société Retombées financières pour le territoire grâce aux revenus des capitaux Capacité d'investissment assurée	Anticipation nécessaire de la création de sociétés de portage Mise en concurrence pour l'occupation des toitures publiques (sauf SPL)

Figure 15 : La participation de la collectivité à une société de production d'électricité peut être un compromis permettant à la collectivité de conserver la maîtrise du projet tout en mobilisant moins de ses ressources financières. Source : Hespul, 2020.

Des collectifs citoyens impliqués dans les grappes PV

Plusieurs associations comme Énergie Partagée ou l'Association Centrales Villageoises accompagnent des collectifs locaux dans le montage de projets citoyens (démarches participatives dans lesquelles les citoyens animent et sont à l'initiative des projets en plus d'y apporter une participation à l'investissement). La centrale Villageoise Ener'guil a par exemple réalisé 19 installations photovoltaïques sur le territoire des Hautes-Alpes pour une puissance totale de 270 kWc. La production a flirté avec les 200 MWh en 2019 et devrait dépasser les 300 MWh fin 2020 soit la possibilité d'alimenter en électricité (sans le poste chauffage) plus de 100 foyers. Plus de 250 actionnaires ont participé à ces grappes photovoltaïques en souscrivant 117 900 € de capital. Le reste de l'investissement, a été couvert par trois prêts bancaires et deux subventions de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les sociétaires qui possèdent des actions au 31 décembre 2019 seront rémunérés à un taux de 2,34 % de leur investissement, ce qui permet de conserver une plus grande partie des retombées économiques sur le territoire.

Figure 16 : Installation photovoltaïque de 8,55 kWc sur l'école de Guillestre - projet et investissement portés par l'association «Centrale Villageoise Ener'guil». Crédit photo : Centrale Villageoise Ener'guil, 2020

7.4 MISE À DISPOSITION DU PATRIMOINE À UN TIERS-OPÉRATEUR, PARTIELLEMENT OU TOTALEMENT PRIVÉ

Le principe du tiers-financement est la prise en charge du développement des projets, du financement, de la réalisation et de l'exploitation des installations par un opérateur extérieur à la collectivité. Pour celle-ci, ce type de montage se résume à une mise à disposition de foncier devant désormais respecter certaines règles. L'implication de la collectivité, notamment à l'échelle intercommunale, reste nécessaire pour le choix des sites à équiper (voir Chapitre 3), la sélection d'un opérateur, et la définition des rôles de chacun (voir chapitre 2).

7.4.1 Règles de mise à disposition du foncier public

Depuis 2017, les personnes publiques, parmi lesquelles les collectivités et leurs groupements, ont l'obligation d'organiser une procédure de sélection préalable à la délivrance d'un titre d'occupation de leur domaine public en vue d'une exploitation économique. Cette procédure doit garantir le respect des principes d'impartialité, de transparence et mettre en œuvre des mesures de publicité afin que tous les candidats potentiels puissent se manifester (L2122-1-1 CGPPP). Par extension, une procédure similaire doit être appliquée pour le domaine privé de ces mêmes personnes publiques (réponse ministérielle n°12868 du 29 janvier 2019). Cette publicité doit également être organisée si un candidat s'est manifesté spontanément, afin de s'assurer de l'absence de toute autre manifestation d'intérêt.

La publicité doit préciser :

- Les caractéristiques essentielles du foncier mis à disposition : localisation, superficie…
- L'activité économique envisagée, sans qu'elle soit décrite de manière trop détaillée, ce qui pourrait requalifier la mise en concurrence en commande publique, ainsi que la durée de l'autorisation.
- Les conditions de la candidature, de négociation éventuelle et le délai de remise des offres.

Elle doit être adaptée à la nature de l'activité et l'ampleur économique du projet : sa diffusion sur un journal local peut être suffisante pour un petit projet, il faudra l'élargir si les enjeux sont plus importants.

Le formalisme de cette mise en concurrence librement organisée peut consister en un règlement de consultation complété d'une description des surfaces mises à disposition, ou un appel à projets, un appel à manifestation d'intérêts, un appel à initiatives privées…

La nature du titre d'occupation dépend de la qualité publique ou privée du domaine mis à disposition :

- Sur le domaine public, seront généralement mis en œuvre des autorisations d'occupation temporaire du domaine public constitutive de droits réels et des baux emphytéotiques administratifs (L2122-20 CGPPP),
- Sur le domaine privé, on se tournera plus aisément vers des contrats de location privés de type bail emphytéotique (L451-1 CRPM) ou bail à construction (L251-1 CCH).

Les durées d'occupation sont généralement fixées entre 20 et 30 ans pour les projets photovoltaïques.

7.4.2 Points de vigilance

- La sélection d'un opérateur en vue de l'implantation de systèmes PV sur du foncier public est généralement motivée par un souci d'exemplarité et la participation à l'atteinte d'objectifs de développement des EnR du plan climat. Il peut néanmoins exister une différence entre le souhait de la collectivité d'exploiter au maximum le gisement de surfaces disponibles, et les critères économiques appliqués par l'opérateur privé qui mèneront à l'élimination des implantations jugées trop peu rentables. Afin de l'anticiper, il pourrait être utile de définir des seuils d'abandon de site dans la mise en concurrence, ou des seuils de prise en charge maximale de certains postes par l'opérateur (par exemple : raccordement, reprise de charpente, réfection d'étanchéité, désamiantage…). Ces coûts peuvent être partagés[59] entre la collectivité et l'opérateur, dans la mesure où ils s'inscrivent dans un programme de rénovation du patrimoine bâti et ne sont pas seulement imputables à l'activité photovoltaïque.
- À l'issue du processus de sélection, une promesse d'attribution du titre d'occupation est généralement négociée sous réserve de la validation de la faisabilité du projet par des études préalables et de l'obtention des autorisations administratives (urbanisme, raccordement, appel d'offres national…). La durée de cette promesse, et les conditions de sa prorogation le cas échéant, doivent être alignées sur des délais raisonnables au vu du projet envisagé, afin de ne pas geler le patrimoine trop longtemps si l'opérateur venait à se dédire.

Il est recommandé de se faire accompagner par un expert juridique pour mener à bien ces démarches.

+	−
Simplicité	Absence de contrôle de la collectivité sur les choix opérés et sur les ouvrages construits
Sans investissement pour la collectivité	Faible marge de négociation avec l'opérateur
Forte puissance	Publicité sur la mise à disposition
Compétence de l'opérateur	
Redevance d'occupation	

Figure 17 : La mise à disposition du patrimoine à un tiers-opérateur est une option simple nécessitant peu de ressources de la part de la collectivité qui y perd toutefois en contrôle et en marge de négociation avec l'opérateur. Source : Hespul, 2020

59 Dans le cadre d'une opération avec de nombreux sites à équiper, disposer d'un petit budget mutualisé pour faire chiffrer – par un tiers indépendant - ces dépenses dans les cas difficiles à trancher peut être utile pour éviter d'écarter trop de sites et s'assurer de la juste prise en charge de certains travaux par le propriétaire du bâtiment (un marché à bon de commande pouvant être le bon outil pour bénéficier de la réactivité nécessaire).

8
VOLET

Anticiper l’exploitation

8.1 L'EXPLOITATION : UN MÉTIER À DISTANCE

L'objectif de l'exploitation d'une installation photovoltaïque est de maintenir un bon état général des équipements pour s'assurer que la production d'électricité (kWh) sera au rendez-vous dans la durée, tout en garantissant la sécurité des biens et des personnes.

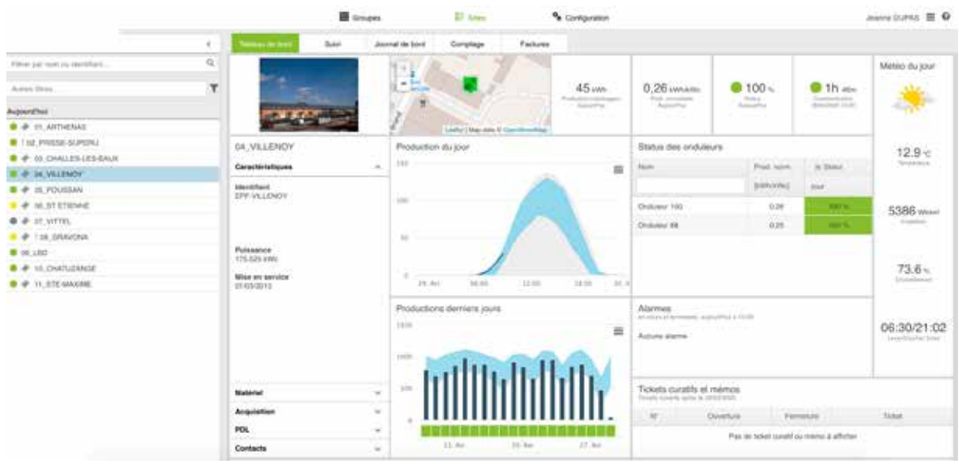


Figure 18 :: Exemple de tableau de bord d'un outil de télésurveillance permettant le bon suivi d'un parc d'installations de production d'énergie renouvelable. Source : Hespul, 2020.

L'exploitant veille également au respect des contrats (raccordement - CRAE, CARD-I, achat – facturation de la production, assurance, …) et à la tenue à jour des déclarations fiscales et comptables.

Le travail de l'exploitant est un travail principalement à distance : vérification quotidienne de la production via des systèmes de télésurveillance pour les plus grosses installations et gestion des interventions et des intervenants par téléphone. Contrairement au mainteneur, l'exploitant se déplace très rarement sur site et il n'a pas besoin de compétence technique pratique pour exercer son métier. Pour plus d'informations, se référer au guide à destination des exploitants non professionnels : http://www.hespul.org/publication-guide-exploitation-des-installations-photovoltaiques/

8.2 ANTICIPATION ET MUTUALISATION

L'exploitation doit être anticipée dès la conception du projet en répondant aux deux questions : qui sera en charge du suivi de la centrale dès sa mise en service ? Comment garantir l'accès à la centrale tout au long de sa vie ?

L'exploitation, bien qu'indispensable, peut être difficile à financer lors des premiers projets, c'est pourquoi il est très intéressant de mutualiser à un niveau départemental, régional ou même national lorsque c'est possible. La mutualisation permet aux propriétaires des installations photovoltaïques de dédier un faible pourcentage du chiffre d'affaire des centrales au financement de plusieurs postes d'exploitant pour garantir une continuité de service et réactivité tout au long de l'année.

L'accès aux locaux techniques et à l'installation doit également être anticipé. L'idéal est de prévoir un accès différent de l'accès habituel du bâtiment. En cas de fermeture ou de restriction d'accès du bâtiment, la maintenance de la centrale photovoltaïque ne sera alors pas affectée. Lorsque l'installation a été réalisée et financée par un tiers qui en assure l'exploitation, les conditions d'accès doivent être définies dans le bail ou le contrat qui lie le propriétaire du bâtiment au propriétaire de la centrale.

A noter que, dans le cas des Établissements recevant du public du 1er groupe, une vérification périodique des installations électriques est obligatoire.

8.3 LA MAINTENANCE : TROUVER LES BONS PARTENAIRES

Pour les interventions de maintenance sur les installations photovoltaïques il est nécessaire de trouver des partenaires locaux, réactifs et compétents. Plus les installations sont complexes et puissantes, plus les compétences de ce partenaire seront précieuses. Le rôle de l'exploitant est de savoir apprécier le travail réalisé par les mainteneurs à l'aide de l'analyse des indicateurs de performances de la centrale et des retours d'expériences.
Il n'y a pas de recette magique pour recruter la bonne entreprise, la prudence dicte de partir sur des contrats court et l'expérience montre qu'il vaut mieux privilégier un électricien local, réactif, débrouillard et volontaire à une entreprise spécialisée qui ne donnerait pas entière satisfaction.
Dans tous les cas, il y a lieu de ne faire intervenir que des personnes disposant des qualifications et les habilitations nécessaires.

Pour des interventions simples sur des petites installations (vérifications, nettoyages, resserrages… voire - plus difficilement - remplacement d'un composant), il est envisageable de former un ou plusieurs agents de la collectivité, notamment ceux qui interviennent déjà sur les installations électriques des bâtiments ou en éclairage public, mais il y aura lieu alors de veiller à ce qu'ils aient un volume de travail suffisant pour pratiquer et ainsi conserver leur compétence.

8.4 COMPÉTENCES, FICHE DE POSTE, FINANCEMENT ET ORGANISATION

Un bon exploitant entretient de bonnes relations avec les différents partenaires (mainteneurs, assureurs, fournisseurs, ...) ainsi qu'avec les propriétaires des sites. Il doit aussi avoir de bonnes capacités de gestion et une prise de recul suffisante pour pouvoir faire les meilleurs choix techni-co-économiques possibles. Il doit bien sûr avoir de bonnes notions techniques, même si des notions d'électricité peuvent être suffisantes pour démarrer si la personne peut être formée par un autre membre de l'équipe. Enfin, l'exploitant doit faire preuve à la fois d'autonomie pour prendre les bonnes décisions seul lorsque cela est nécessaire et d'esprit d'équipe pour transmettre et déléguer aux autres membres de l'équipe afin d'assurer la continuité de service.

L'exploitation se structure généralement autour d'un outil de télésurveillance qui peut, dans certain cas, se révéler être un réel outil d'aide à l'exploitation. Le choix de cet outil doit être fait en concertation avec les équipes concernées (exploitant technique, service comptable, propriétaire des sites, ..) avant la mise en service de la première installation pour permettre une bonne structuration de l'exploitation.

On estime qu'à partir de 1 MW installé (cumulé sur plusieurs sites), les gains apportés par une bonne exploitation financent un poste d'exploitant. Comme il est préférable de répartir ce travail sur plusieurs personnes, pour garantir la continuité de service, ce poste peut être partagé avec des métiers compatibles comme : le développement de projets EnR ou l'exploitation d'autres systèmes énergétiques (chauffage, ventilation, …).

ANNEXE 1 : RESSOURCES

Ressources Web

Page de la Région sur les énergies renouvelables :
https://www.maregionsud.fr/la-region-en-action/transition-energetique/energies-renouvelables

Centre de ressource national sur le photovoltaïque :
Photovoltaique.info - Le Centre de Ressources Photovoltaïque
Reseaux.pv.info - Reseaux.photovoltaique.info

Page ADEME sur le photovoltaïque :
https://www.ademe.fr/expertises/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-laction/produire-lelectricite/solaire-photovoltaique

Guides :

Recommandations à destination des porteurs de projets – installations de plus de 100 kWc :
https://www.ademe.fr/guide-recommandations-a-destination-porteurs-projets-photovoltaiques

Réaliser un projet photovoltaïque communal :
http://crer.info/wp-content/uploads/2019/01/guide-photovoltaique-collectivite-CRER.pdf

fiches du GMPV (groupement des métiers du photovoltaïque au sein de la Fédération française du bâtiment) :
http://www.gmpv.ffbatiment.fr/photovoltaique/technique/textes-de-reference.html

Photovoltaïque et collectivités territoriales – guide pour une approche de proximité (ADEME – 2015) :
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-photovoltaique-ademe-8181.pdf

ANNEXE 2 : TRAME DE NOTE D'OPPORTUNITÉ

Coordonnées GPS	
Adresse	

CARACTÉRISTIQUE DU SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE					
Toiture					
Couverture	«Nature»	Mise en œvre			
Orientation	«Orientation»	Inclinaison		Productible (kWh/kWc/an)	«Productible»
Puissance	kWc		Production	kWh/an	
Tarif d'achat	c€/kWh		Investissement	€	
Recette	€/an	Charges	€/an		€

AVIS

Notes

HESPUL

RÉGION SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR

maregionsud | MaRegionSud | maregionsud

Toujours proche de vous avec l'appli Région Sud

Avril 2021 – Conception : Direction de la Communication et de la Marque de la Région Sud / Gazelle Communication - Imprimé sur papier recyclé et écolabellisé.