

GUIDE D'INFORMATION

L'autoconsommation photovoltaïque,
une solution économique et écologique
pour la transition énergétique
au niveau local



À l'intention des décideurs des secteurs tertiaire,
industrie, agricole et des collectivités locales.

Février 2017

Guide réalisé par :



**Syndicat des
professionnels
de l'énergie
solaire**

Édité avec le soutien de :





Dans le cadre de la mise en œuvre de la transition énergétique, les Régions Bretagne et Pays de la Loire se sont associées pour piloter, avec les syndicats départementaux d'énergie et les Métropoles de Nantes et de Rennes, le déploiement d'ici 2020 d'un grand "système énergétique intelligent" à l'échelle du Morbihan, de l'Ille-et-Vilaine, de la Loire-Atlantique, de la Vendée et des îles finistériennes non interconnectées.

Ce projet, nommé "SMILE" (pour *SMart Ideas to Link Energies*), revêt un double objectif. Il s'agit de préfigurer les nouveaux modèles des systèmes électriques, et au-delà, des systèmes énergétiques du futur (smartgrids) : plus décarbonnés, plus décentralisés et impliquant réellement les citoyens au sein d'un véritable Internet de l'énergie, grâce à la combinaison des nouvelles technologies d'efficacité énergétique et du numérique. À l'heure des grandes révolutions énergétiques au niveau international, il s'agit également de constituer la vitrine de l'excellence du savoir-faire industriel français en matière de réseaux électriques intelligents.

Sur la période 2017-2020, 260 millions d'euros devraient être investis par les entreprises, les collectivités, les gestionnaires de réseau et l'État.

Les retombées attendues à l'horizon 2020 sont :

- près de 10 000 emplois directs ou induits,
- 1 000 bornes de recharges publiques pour véhicules électriques,
- 50 MWh de stockage d'électricité,
- 1 000 bâtiments à énergie positive,
- 20 000 points lumineux intelligents...

Définition des smartgrids dans le bilan du pacte électrique breton :

les smartgrids ou réseaux électriques intelligents (REI) sont la dénomination générale de l'ensemble des technologies appliquées sur les systèmes en amont et en aval des réseaux d'énergies. Ils visent à intégrer de manière efficiente les actions de l'ensemble des utilisateurs afin de garantir des approvisionnements énergétiques durables, décarbonnés, sûrs et au moindre coût. Ils font converger des produits et services innovants ainsi que des technologies d'observation, d'analyse intelligente et de gestion des données issues du monde du numérique, de pilotage et de communication dynamiques des objets énergétiques issues du monde de l'efficacité énergétique.



L'AUTOCONSOMMATION PHOTOVOLTAÏQUE, UNE SOLUTION ÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE AU NIVEAU LOCAL

3

L'autoconsommation photovoltaïque (PV) est le fait de produire pour consommer son électricité solaire. Elle peut être "totale" (sans injection) ou "partielle" (avec injection du surplus sur le réseau). Elle est individuelle (production et consommation avec un seul consommateur) et pourra bientôt être collective (application de l'Ordonnance autoconsommation, qui va ouvrir la voie à la production partagée entre multi-consommateurs au niveau local).

Il existe 3 modes possibles d'autoconsommation PV :

- Au fil du soleil : électricité solaire consommée si concomitance production/besoins.
- Pilotage de la demande pour déplacer la consommation lors de la production.
- Avec stockage sur batterie, pilotage de la demande et optimisation décharge.



// ECO-QUARTIER SMART GRID //

PRODUCTION ELECTRIQUE

650 M² DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES APPOSÉS SUR LE TOIT DES ATELIERS PRODUIRONT JUSQU'À 12% DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES ANNUELS DES ÉQUIPEMENTS ET ESPACES PUBLICS

01/ UTILISATEURS

L'eco-quartier des Capucins se compose de résidences, intégrant des logements et des commerces, et des Ateliers des Capucins composés d'un programme privé commercial, d'équipements publics, comme la médiathèque par exemple, et d'espaces publics de cheminement.



02/ PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

À terme, lorsque l'ensoleillement est à son maximum, le surplus en électricité produit sera injecté sur le programme commercial privé. 650 m² de panneaux photovoltaïques supplémentaires sont installés sur le toit de la médiathèque. L'électricité qu'ils produisent est injectée directement dans le réseau ERDF.



Schéma de principe Brest Smart Grid de l'Atelier des Capucins © Conception graphique Thierry Le Pouliquen/Brest Métropole

Tandis que les coûts de production de l'électricité solaire ont significativement baissé ces dernières années, et qu'ils sont amenés à baisser encore dans les années à venir, de plus en plus d'installations en autoconsommation se réalisent (suscitées ou non par des appels à projets) et un véritable marché va émerger. **L'intérêt de l'autoconsommation est économique et écologique.** Elle permet de satisfaire une part de ses besoins électriques avec des électrons au coût stable et compétitif sur 25 ans, qui sont produits au plus près du besoin avec une source d'énergie renouvelable. C'est un **nouveau modèle économique de la filière photovoltaïque** qui émerge, avec **l'entrée dans l'ère de la parité réseau** (quand le coût du kWh solaire est inférieur au prix de l'électricité distribuée). Une parité réseau qui dépend du prix de l'électricité distribuée, de l'ensoleillement du site, du dimensionnement et du coût de l'installation PV.

Du point de vue de l'intérêt général, l'autoconsommation PV contribue à la transition énergétique avec la montée en puissance de la production d'électricité renouvelable, en minimisant la problématique d'intégration sur le réseau et en réduisant les pertes techniques du réseau. Avec les progrès de compétitivité du photovoltaïque, le modèle économique de l'autoconsommation est frugal d'aide publique par rapport à la vente totale. Il arrive même déjà à s'en affranchir dans certains cas et devrait s'en affranchir totalement pour tous les segments d'ici 5 ans.



Ateliers des Capucins © Brest Métropole

L'AUTOCONSOMMATION PHOTOVOLTAÏQUE, UNE SOLUTION ÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE AU NIVEAU LOCAL

4



Vue aérienne du Lycée Maritime F. Arthaud de Saint-Malo
© Thomas Crabot / Région Bretagne

Du point de vue du maître d'ouvrage qui bénéficie d'une installation PV en autoconsommation, cela permet de réaliser durablement des économies sur une partie de la facture d'électricité, et peut diminuer ou effacer les coûts de raccordement au réseau électrique en injection.

Outre la compétitivité de l'électricité solaire, les motivations pour s'équiper afin de produire pour consommer son électricité solaire sont nombreuses :

- satisfaction de bénéficier concrètement de son engagement,
- responsabilité sociale et environnementale des entreprises et des collectivités,
- sa sensibilité à la maîtrise de sa consommation électrique,
- cohérence avec l'électromobilité, préférence pour le circuit court de l'électron,
- profit du progrès des écotechnologies, désir d'autonomie...

Les **secteurs actuels les plus adaptés pour des projets en autoconsommation PV "individuelle"** sont ceux où la consommation d'électricité coïncide avec la production. Les secteurs **tertiaire, industriel, agricole et équipement public sont principalement concernés**. Le **secteur du résidentiel** (individuel et collectif) **est également concerné**. L'analyse de la consommation d'électricité du site à équiper est essentielle, pour évaluer la pertinence technico-économique d'un projet d'autoconsommation PV.

Deux indicateurs permettent d'évaluer la capacité d'un site à produire pour ses besoins d'électricité et à consommer l'électricité produite, ils synthétisent la corrélation entre production PV et consommation :

- **taux d'autoconsommation** : part de la production photovoltaïque consommée sur place par rapport à la production photovoltaïque totale. Un taux de 100 % correspond à une consommation totale de la production, 0 % correspond à l'injection totale de la production,
- **taux d'autoproduction** : part de la consommation électrique totale du site couverte par la part de production photovoltaïque consommée sur place. Généralement, ce taux est situé entre 10 et 30 %, selon le profil de consommation et le dimensionnement de l'installation PV.



Installation du SIARN © ALEC du Pays de Rennes

Installation PV de 146 kWc en autoconsommation pour une station d'épuration du SIARN (Syndicat d'assainissement de Rennes Nord), avec panneaux PV intégrés à la toiture de la plateforme de compostage.

Mise en service en mars 2014, production de l'ordre de 1 050 kWh/kWc/an. Taux d'autoconsommation de 100 %, taux d'autoproduction entre 6 et 8 %.

Production suivie en direct avec l'historique, sur le [site internet de l'ALEC de Rennes](#).



Installation du magasin Biocoop de Callune de Pontivy © IEL Groupe

Installation de 40,89 kWc en autoconsommation pour le magasin Biocoop de Callune de Pontivy. Mise en service fin mai 2016. Taux d'autoconsommation de 96,5 %, taux d'autoproduction 25,4 %.



Installation immeuble NEF à Tours, BEPOS © Mrw Zeppeline Bretagne pour Armorgreen

Installation de 140kWc, taux d'autoconsommation de 100 % pour alimenter les communs et notamment la PAC (fourniture de chaleur et de froid), production annuelle de 150 MWh. À partir d'un ancien tri postal qui était une passoire énergétique, le promoteur a réalisé un bâtiment à énergie positive.

Ce qui détermine la pertinence et le dimensionnement d'une installation PV en autoconsommation, c'est le profil de consommation électrique. Celui-ci dépend des principaux postes consommateurs du bâtiment ou du site concerné, ainsi que de leur usage (quotidien, hebdomadaire dont week-end, mensuel et annuel).

Un site ou un bâtiment, qui a une consommation d'électricité diurne régulière - 7 jours sur 7, 365 jours par an - est idéal pour envisager un projet d'autoconsommation PV "totale". L'évolution du prix de l'électricité ces 5 dernières années, ainsi que l'inflation du prix de l'électricité à venir ces prochaines années (voir hypothèse "nominale" de l'ADEME page 7), pourront convaincre de l'intérêt économique du projet, qui ne supportera pas de coût de raccordement. Sans injection de l'électricité solaire, l'on s'affranchit par ailleurs des exigences relatives au tarif d'achat (implantation sur bâtiment et puissance inférieure ou égale à 100 kWc pour bénéficier de l'arrêté tarifaire) ou des appels d'offres CRE. Cela ouvre la possibilité de réaliser de petites installations au sol.

Un site ou un bâtiment, qui a une consommation d'électricité diurne irrégulière - pas ou peu de consommation le week-end ou pendant l'été, production quotidienne supérieure au talon de consommation - est un site qui privilégiera l'autoconsommation PV "partielle" avec injection du surplus, avec une hypothèse à étudier d'autoconsommation totale avec écrêtage. Le pilotage des consommations (avec

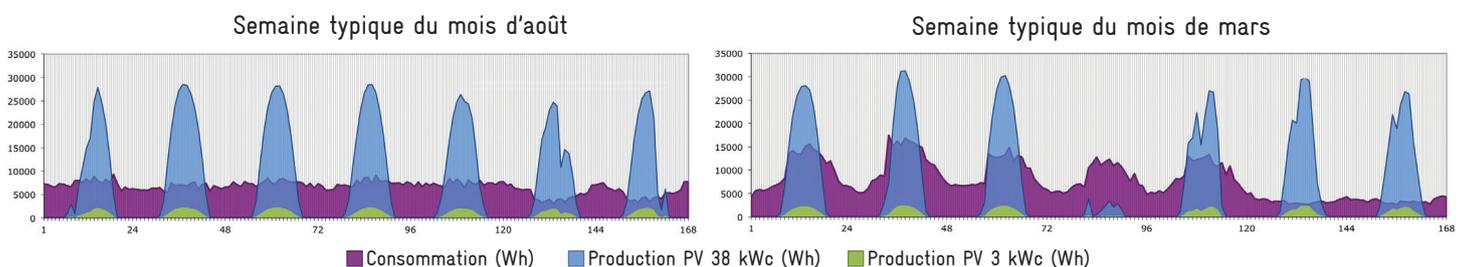
Energy Manager System) permettra de maximiser le taux d'autoconsommation et de maîtriser au mieux l'injection résiduelle avec écrêtage le cas échéant. Le projet devra supporter un coût de raccordement (qui tient compte de l'économie d'un compteur grâce à Linky pour les puissances inférieures à 36 kVA), et l'installation devra répondre aux exigences de l'arrêté tarifaire (puissance inférieure ou égale à 100 kWc) ou être lauréate d'un AO CRE (entre 100 et 500 kWc).

La consommation étant le déterminant principal d'une installation PV en autoconsommation, il est indispensable de réaliser une étude de celle-ci. L'étude devra permettre d'identifier plusieurs scénarios de consommation, avec et sans effort de maîtrise de la demande d'électricité, prenant en compte autant que faire se peut, les évolutions futures des postes de consommation.

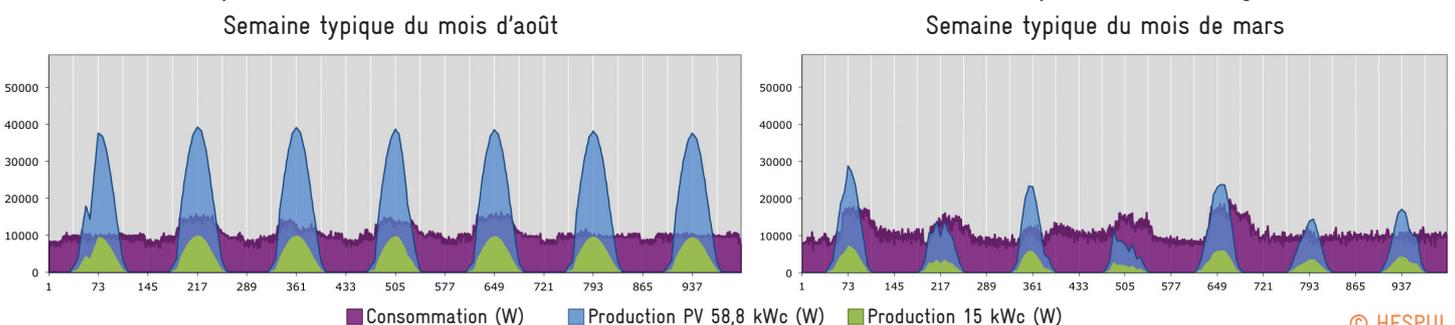
Pour ce type d'étude, il est nécessaire de réaliser des mesures de suivi des consommations électriques sur une période d'au moins 1 mois, et de corrélérer les résultats aux informations issues des factures et du gestionnaire du réseau de distribution. La saisonnalité est à prendre en compte et pourra nécessiter de prolonger le suivi et d'utiliser une méthode d'extrapolation. L'étude fournira les courbes de consommation journalières, hebdomadaires et annuelles (avec la puissance appelée en fonction de l'heure) et devra prendre en compte l'usage du site (jours ouvrables été & hiver, jours fériés été, semaines été/hiver, périodes de vacance...).

DIMENSIONNEMENT POUR LE TERTIAIRE BUREAUX : RT 2005 AVEC CLIMATISATION VERSUS BBC

Consommation et production PV d'un site tertiaire bureaux à très faible consommation d'énergie (Pmax en soutirage : 23,7 kW).



Consommation et production PV d'un site tertiaire bureaux niveau RT2005 avec climatisation électrique (Pmax en soutirage 25,9 kW).



Le gestionnaire du réseau de distribution peut aider à reconstituer les données de consommation d'un site raccordé à son réseau en soutirage. Ainsi, ENEDIS a récemment publié une note ([OPE-CF_08E](#)) sur la procédure de communication à un client ou à un tiers autorisé des données relatives à un site de consommation raccordé au réseau public de distribution géré par Enedis. Cette note fait suite à la publication de la note ([PRO-CF_71E](#)) sur les modalités d'accès aux données collectées par le GRD relatives aux sites de consommation HTA ou BT > 36 kVA.

À partir de l'étude de la consommation électrique du site, un professionnel qualifié dans le domaine PV proposera plusieurs scénarios de production d'électricité solaire, tenant compte du dimensionnement du système, des données météorologiques et des dispositifs associés (pilotage de la demande, écrêtage, stockage thermique/frigorifique ou chimique éventuel). Les enjeux liés à la connexion au réseau seront également étudiés (pas d'injection, injection résiduelle écrêtée ou pas) pour tenir compte de l'impact du coût du raccordement sur l'économie du projet, de même, les aspects liés à la sécurité de l'installation et de son impact sur le réseau : déclaration de l'installation auprès du distributeur, conformité de l'installation (Consuel, protection de découplage, ...).

L'étude fournira ainsi :

- la productivité annuelle en kWh/an,
- le taux d'autoconsommation annuel, en mettant en évidence d'éventuelles variations marquantes dans l'année,
- le taux d'autoproduction annuel, en mettant en évidence d'éventuelles variations marquantes dans l'année,
- le cas échéant, l'envergure et la fréquence des pointes d'injection dans le réseau.

Sur cette base, on pourra calculer la rentabilité des différentes configurations et choisir la meilleure option pour concrétiser le projet d'autoconsommation PV.



Installation sur le siège de Morbihan énergies, démonstrateur Kergrid © p.labbe@balloide-photo.com

Le syndicat départemental Morbihan Énergies a fait de son siège social un démonstrateur "Solaire + Building Smart Grid Ready" au nom de code Kergrid réceptionné en juin 2013. 126 kW de PV, taux d'autoconsommation 100 %, gestion intelligente du stockage sur batterie Lithium-Ion de 56 kWh/100 kW, afin d'optimiser la consommation solaire et d'effacer les pointes de consommation, pouvant injecter pour soutenir le réseau de distribution le cas échéant. Le bâtiment peut fonctionner de façon autonome pendant 2h en cas de black-out électrique.



Installation "Soleil du Grand Ouest" de Biocoop © Mrw Zeppeline Bretagne pour Armorgreen

Installation de 300 kWc pour la plateforme logistique de Biocoop en Bretagne à Mélesse réalisée avec le recours au financement participatif. Mise en service avril 2015. Taux d'autoconsommation de 99 %, taux d'autoproduction 15 %, production annuelle 337 MWh.

L'autoconsommation PV permet de faire des économies sur l'achat d'électricité, avec des recettes complémentaires issues de l'injection de la production résiduelle le cas échéant. Ainsi, l'augmentation du prix de l'électricité est un élément essentiel pour le calcul de la rentabilité d'un projet. Afin de prendre en compte cette inflation prospective, on peut utiliser les hypothèses de référence* proposées par l'ADEME, avec trois scénarios à considérer :

- un **scénario de hausse nominale** avec des hypothèses différenciées appliquées à la partie variable du prix du kWh :
 - hausse de 5 %/an entre 2016 et 2020
 - hausse de 1,2 %/an à partir de 2021
- un **scénario de "hausse soutenue"**, caractérisé par une hausse plus marquée par rapport au scénario nominal au-delà de 2020,
- un **scénario de "hausse modérée"**, caractérisé par une hausse moins marquée par rapport au scénario nominal (entre 2016 et 2020 et après 2020).

* Les hypothèses de référence de l'ADEME seront prochainement actualisées. Celles indiquées datent de 2014 et sont en euro constant (hors inflation).

Le calcul des économies sur la facture d'électricité (grâce à l'autoconsommation) ne prend en compte que le prix du kWh dans les tranches horaires de consommation évitée, pas les frais fixes d'abonnement.

L'analyse économique doit prendre en compte les prescriptions simples pour la maîtrise de la demande d'électricité (MDE) pour la gestion de l'éclairage et du traitement de l'air (ventilation, chauffage, climatisation) qui seront mises en œuvre à l'occasion de l'installation PV en autoconsommation. Elle pourra également être assortie d'un plan de progrès sur le moyen et long terme, pour améliorer les équipements existants (rénovation et/ou remplacement de matériels). L'étude financière pourra être assortie d'une offre de financement ou de portage financier par un tiers afin de faciliter la réalisation de l'opération.

Le projet de **nouvel arrêté tarifaire de l'électricité solaire pour 2017 soutient l'autoconsommation PV avec injection de surplus pour les projets jusqu'à 100 kWc sans obligation d'être intégré au bâti.** Le texte prévoit **pour les projets en injection de surplus, une prime à l'investissement variable selon la puissance de l'installation** et une valorisation économique du kWh injecté en surplus.



Détail installation Métropole de Rouen © Armorgreen

Installation Métropole de Rouen © Armorgreen

LES ÉTAPES POUR LA RÉALISATION D'UN PROJET

ÉTAPE 1

PRENDRE ATTACHE AVEC UN PROFESSIONNEL COMPÉTENT

BE ou installateur qualifié RGE dans le domaine PV afin d'engager une étude technique du site à équiper. Ingénierie (OPQIBI) : qualifications 2011 et 2015.

Installation : qualifications QualiPV et Qualifelec domaine PV, annuaire en ligne des professionnels RGE <http://renovation-info-service.gouv.fr/>

ÉTAPE 2

RÉALISATION DE L'ÉTUDE TECHNIQUE

Identification des postes de consommation permanents, mesure et évaluation de la consommation au jour le jour sur l'année. Objectif : déterminer le talon de consommation du site pour dimensionner la centrale PV selon les conditions d'implantation pour viser un taux d'autoconsommation maximal. L'étude déterminera si l'autoconsommation totale est à privilégier par rapport à celle avec injection du surplus.

ÉTAPE 3

ANALYSE FINANCIÈRE DE L'INSTALLATION

(investissement dans travaux minimums de MDE et centrale PV) compte tenu de l'évolution du prix de l'électricité substituée et des recettes de l'injection du surplus le cas échéant, tenant compte des coûts de maintenance et l'exploitation sur 25 ans.

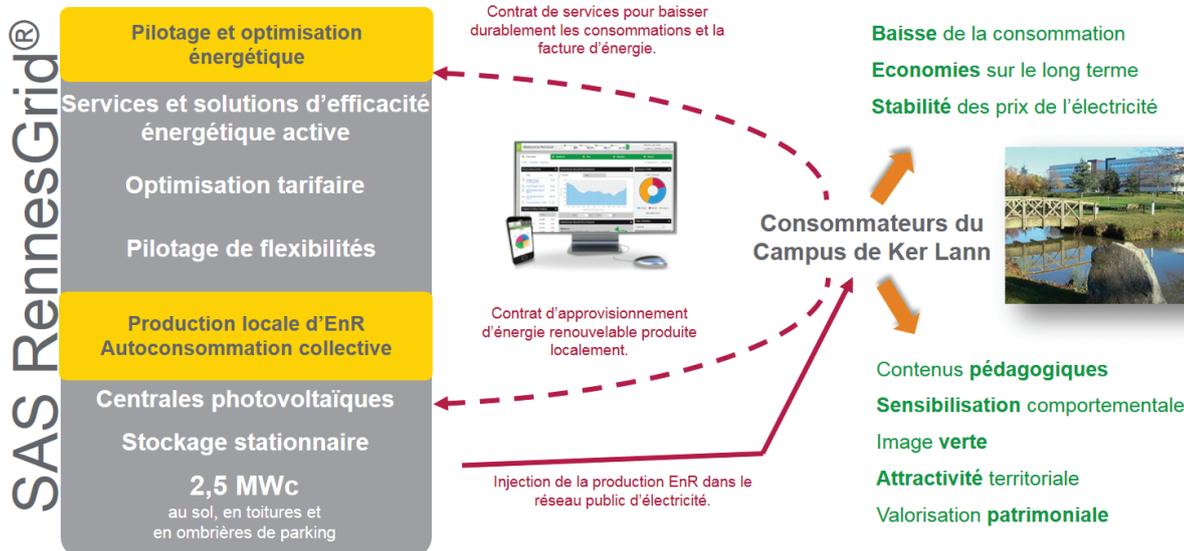
À VENIR : DE L'AUTOCONSOMMATION PV "INDIVIDUELLE" À L'AUTOCONSOMMATION "COLLECTIVE" GRÂCE À L'ORDONNANCE DE JUILLET 2016

8

SCHEMA DE PRINCIPE DE RENNES GRID

RennesGrid®

Microgrid d'autoconsommation collective à l'échelle d'un quartier



L'**autoconsommation PV** est aujourd'hui une solution écologique et économique **mature au niveau individuel** (production et consommation avec un seul consommateur). Elle va permettre de nouveaux modèles économiques positifs **avec l'autoconsommation collective** grâce à la mise en application de l'Ordonnance n°2016-1019 du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité, qui **va ouvrir la voie à la production pour de multi-consommateurs au niveau local**.

Cette ordonnance a créé un cadre juridique favorable qui va permettre le partage d'électricité entre producteur(s) et consommateurs, alimentés par le même poste de transformation de quartier (avec une limite à 100 kWc de puissance en production pour bénéficier d'un tarif adapté pour l'usage du réseau électrique de distribution).



Cela va permettre de réaliser des projets qui bénéficieront du foisonnement complémentaires des consommations.

Ce **nouveau cadre** va notamment **permettre de développer des projets "solaires solidaires" pour baisser l'intensité de la précarité énergétique dans les logements collectifs**. Des projets pour **alimenter des lotissements et des quartiers** vont également pouvoir se monter **sur la base du foisonnement des consommations**. L'autoconsommation PV partagée prendra son essor quand la loi de transposition de cette ordonnance n°2016-1019 et ses décrets d'application seront publiés, courant 2017. Un tarif d'acheminement allégé devra également être proposé par la CRE.

Par ailleurs, il est également **possible de réaliser des opérations d'autoconsommation collective au travers de l'expérimentation d'un service de flexibilité local sur des portions de réseau**, tel que prévu à l'article 199 de la loi de transition énergétique. C'est dans ce cadre qu'est monté le projet RennesGrid.

RETOURS D'EXPÉRIENCE, OPÉRATIONS EXEMPLAIRES

ENERPLAN a édité une première série de fiches "opérations exemplaires" avec les premiers retours d'expérience présentant les caractéristiques d'une sélection d'opérations d'autoconsommation PV déjà réalisées. Elles sont disponibles et téléchargeables en ligne.

APPROFONDIR LE SUJET

ENERPLAN a organisé avec ses partenaires, la 1^{re} conférence nationale dédiée à l'autoconsommation PV en 2016, dont les vidéos et la synthèse interactive sont disponibles en ligne. Rdv à la rentrée 2017 pour la 2^{de} édition de la conférence. Les présentations du forum régional SMILE dédié sont également disponibles en ligne.