

POUR TOUT COMPRENDRE SUR LE PHOTOVOLTAÏQUE





Pourquoi ce GUIDE ?

La diffusion à grande échelle des installations photovoltaïques est récente en France. Même si elle semble simple, une installation PV fait appel à des technologies et à des concepts scientifiques et techniques relativement complexes et délicats : les panneaux photovoltaïques eux – mêmes, l'onduleur et les organes électriques auxiliaires, le câblage électrique, les supports de pose des panneaux et leur intégration avec la toiture, et bien sûr l'évaluation du gisement solaire utilisable, etc...



Malgré la baisse des prix des principaux éléments, une installation PV reste relativement coûteuse, et de nombreux facteurs et contraintes peuvent limiter sa rentabilité, et même la remettre en question : il est donc important d'en comprendre tous les ressorts.

Ce guide vous permettra de disposer d'un premier niveau d'information concernant le photovoltaïque : aperçu physique, différentes technologies, principe de fonctionnement, questions – réponses, économie des projets, démarches administratives et réglementaires, autoconsommation collective

NB : Ce guide ne concerne pas les installations PV importantes, au-delà de 100 kWc

NOTA BENE

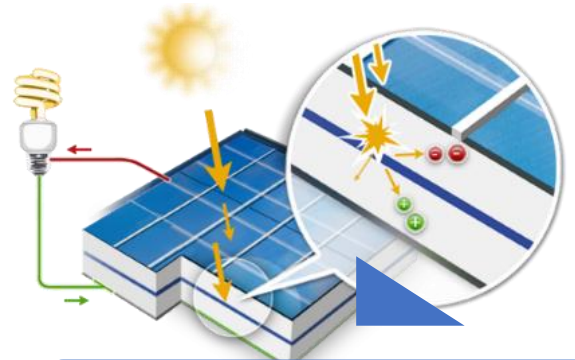
1 dans ce guide, on désigne par « capteur solaire » un ensemble de panneaux PV (il peut y avoir plusieurs capteurs, par exemple avec des orientations différentes) ; les « panneaux » (solar panels en anglais) sont parfois appelés modules par certains ; un panneau est constitué de plusieurs « cellules », de 36 cellules à parfois plus de 100, reliées en série et en parallèle dans un panneau.



Le photovoltaïque c'est quoi ?

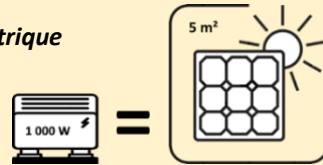
Un panneau photovoltaïque permet de transformer le rayonnement solaire en électricité. C'est une application de l'effet photo – électrique (voir détails en partie B, § B.1). Un panneau photovoltaïque est principalement formé de cellules en silicium, protégées par du verre dans un cadre en aluminium.

Avec un rendement énergétique de l'ordre de 20 %, **une surface photovoltaïque d'environ 5 m² peut générer une puissance de 1 kWc***.



Energie photovoltaïque et chauffage électrique

1kWc correspondant à la puissance d'un convecteur électrique de 1000 W.



Mais le **photovoltaïque individuel n'est pas adapté pour répondre à des besoins de chauffage** (une grande partie des besoins s'expriment la nuit lorsque les panneaux photovoltaïques ne produisent pas).

Pour subvenir à des besoins de chauffage avec l'énergie solaire, les **panneaux solaires thermiques** produisent de la chaleur avec un rendement 2 à 3 fois plus important que le photovoltaïque (soit 40 à 60 %).



Le silicium, qui est utilisé dans la cellule photovoltaïque sous forme ultra pure, est le deuxième élément le plus courant de la croûte terrestre et le composant principal du sable.

Chaque panneau est composé de cellules photovoltaïques assemblées en série de façon à atteindre une tension de 12 à 70 volts. Chaque cellule est principalement composée de silicium, matériau semi-conducteur.

Si, malgré les travaux à réaliser prioritairement sur les niveaux d'isolation du bâtiment qui permettent de se passer de rafraîchissement, les besoins existent, l'installation photovoltaïque peut en couvrir une partie puisque ceux-ci s'expriment en journée.

*kWc = Puissance maximale atteinte par le panneau (ensoleillement maximum, soit 1000 W/m²)

Silicium amorphe, monocristallin ou polycristallin, lequel choisir ?

Les capteurs solaires amorphes.

Cette technologie dite « à couche mince » est composée d'une couche de silicium amorphe posée sur du verre ou du plastique. La technologie amorphe est celle qui est utilisée sur les calculatrices, les montres et autres gadgets électroniques.



Les capteurs solaires monocristallins.

Nous parlons de panneaux solaires monocristallins lorsque les cellules de celui-ci sont issues d'un seul cristal de silicium. La structure du cristal est parfaitement homogène ce qui lui donne sa couleur caractéristique qui est généralement parfaitement noire.



Les capteurs solaires polycristallins.

Les panneaux solaires polycristallins sont dotés de cellules composées de plusieurs cristaux de silicium de taille diverses et variées. En raison de leur procédé de fabrication, ces cellules n'ont pas une couleur totalement homogène mais plutôt un bleu variable lié à la multitude de cristaux.



- Le meilleur rendement : **Silicium monocristallin**
- Le moins onéreux : **Silicium amorphe**

- Les plus adaptés pour la production d'électricité : **monocristallin, ou polycristallin**
- Il existe aussi d'autres technologies : Tellure de cadmium (CdTe),...

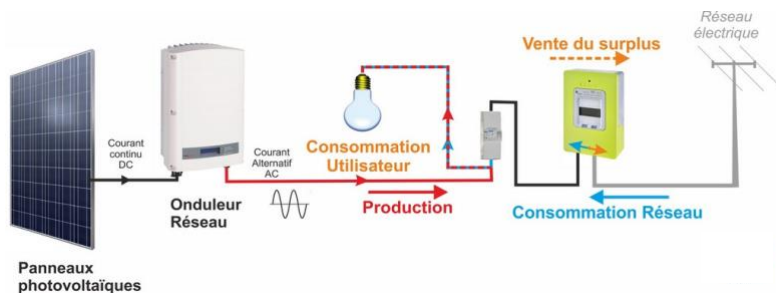


Comment fonctionne une centrale photovoltaïque individuelle

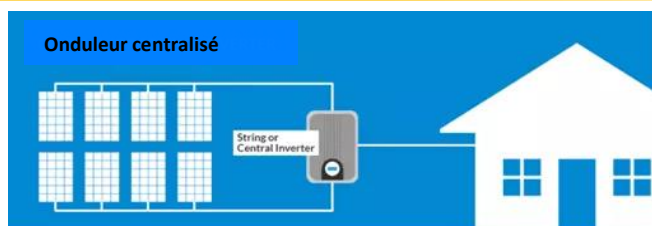
Une installation photovoltaïque est composée de deux éléments principaux : **les panneaux photovoltaïques et l'onduleur.**

Les panneaux photovoltaïques sont reliés à l'onduleur, qui transforme le courant continu produit par les panneaux en courant alternatif, lui-même relié à votre compteur électrique.

L'ensemble de l'installation est ainsi raccordé au réseau commun de distribution afin de pouvoir y injecter ou prélever de l'électricité.



Onduleur centralisé ou Micro-Onduleurs ?



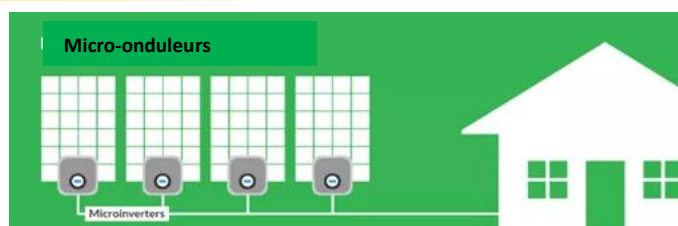
L'**onduleur centralisé** est un appareil électronique de puissance qui se branche en série. Cela signifie qu'un seul onduleur solaire est installé pour gérer tous les panneaux photovoltaïques fixés sur la toiture. L'onduleur centralisé s'installe à côté du compteur électrique.

Avantages :

- **Son prix plus attractif** au niveau de l'installation solaire globale. En effet, un seul dispositif doit être acheté pour produire de l'électricité.
- **Le système de suivi à distance** est intégré à l'onduleur

Inconvénients :

- **En cas de panne ou défaillance sur un panneau solaire**, c'est toute l'installation qui ne produit plus d'énergie si l'onduleur est dit « mono branche ». La pose d'onduleurs de type « **multi branches** » est donc à privilégier.



Le **micro-onduleur**, commode notamment pour les petites installations, s'installe directement sur le toit, sous un panneau photovoltaïque, il est directement connecté au panneau solaire. Chaque panneau photovoltaïque possède son micro-onduleur.

Avantages :

- **Indépendance des panneaux vis-à-vis de la production.** En cas de défaillance d'un panneau, le reste de l'installation continue à produire. Seul le panneau défaillant ne produit plus. Le micro-onduleur est donc (dans ce cas) **plus performant** en termes de production d'électricité.
- **L'évolutivité de l'installation est facilitée.**

Inconvénients :

- **Son prix plus onéreux** dû aux divers micro-onduleurs à acheter pour équiper chaque panneau solaire.
- **Sa position à l'extérieur** (A l'arrière des panneaux) l'expose à des contraintes plus fortes (humidité et température élevées)



Questions / réponses :

Pendant combien de temps mes panneaux photovoltaïques vont-ils produire ?

Les fabricants de panneaux photovoltaïques garantissent une puissance de production au moins égale à 80% de la puissance nominale pour une durée de 25 à 30 ans.

La baisse de rendement peut varier selon le type de module et l'environnement.

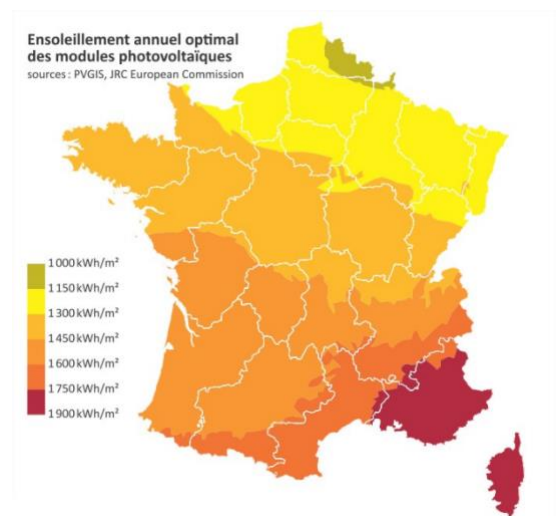
Les onduleurs et micro onduleurs quant à eux ont une durée de vie respective de 10 et 20 ans. Choisir la meilleure qualité est toujours préférable, et toujours plus rentable.

Le territoire a-t-il un potentiel solaire suffisant ?

Le potentiel solaire du territoire est très important. Ce potentiel prend en compte l'ensoleillement ainsi que les surfaces adaptées à la pose de panneaux solaires.

Pour connaître le potentiel de l'ensemble des toitures du territoire, il suffit de se rendre sur le site du **cadastre solaire du Pôle Territorial du Sud Gironde** à l'adresse suivante :

<https://pole-territorial-sud-gironde.cadastre-solaire.fr/>



Une installation PV fournit-elle plus d'énergie que ce qui a été consommé pour sa fabrication ?

Oui beaucoup plus ! En France, un système photovoltaïque formé d'un module en silicium monocristallin fournit, en 1 an, l'énergie qui a été nécessaire pour sa fabrication. Ce temps de retour énergétique a été divisé par deux entre 2015 et 2022.

Est-ce qu'un panneau photovoltaïque peut se recycler ?



Oui, le recyclage des panneaux PV est possible, la collecte et le traitement en fin de vie des modules et de l'onduleur sont d'ailleurs obligatoires. Le prix du recyclage est inclus dans le prix d'achat des panneaux. En masse, jusqu'à 95 % d'un module peut être valorisé. Néanmoins, valoriser ne signifie pas recycler car les matériaux perdent en valeur dans le processus.

SOREN est l'éco-organisme agréé par les pouvoirs publics pour la collecte et le traitement des panneaux photovoltaïques usagés en France (www.soren.eco)

Les modules photovoltaïques utilisent-ils des matériaux rares ?



Les modules PV ne contiennent pas de « terres rares ». Seuls quelques métaux utilisés dont les ressources sont limitées (argent, cuivre) nécessiteront une adaptation des technologies industrielles à long terme, mais la rareté des matériaux n'est pas un verrou pour le déploiement du photovoltaïque à grande échelle.



Coûts d'investissement et aides financières pour une installation photovoltaïque ?

Le coût moyen des installations :

Le coût des installations complètes a beaucoup baissé depuis 10 ans. Il se situe autour de **1900 à 2600 € par kWc** pour les installations résidentielles.

Pour une installation de 3 kWc (installée par un professionnel qualifié) le coût sera d'environ 6 500 € à 8 000 €, en fonction de la nature du chantier et des équipements supplémentaires (du type suivi de la production).

Il est possible de trouver dans le commerce des kits photovoltaïques à poser soi-même à des prix inférieurs à ceux indiqués précédemment, mais ceux-ci ne permettent pas de bénéficier des aides de l'Etat et ne vous garantissent pas une mise en œuvre conforme aux prescriptions techniques : le SIPHEM ne les conseille pas.

Prix moyen constaté en 2024 d'une installation en surimposition en toitures (pose et démarches comprises et hors prime)	
3 kWc	6 500 à 8 000 € TTC
6 kWc	12 000 à 13 500 € TTC
9 kWc	16 000 à 17 500 € TTC

Source : photovoltaïque.info

Les primes et tarif d'achat de l'électricité :

Il existe différentes formes d'aides publiques directes ou indirectes (subventions) révisées chaque trimestre dont les détails sont disponibles en scannant le QR Code qui vous permettra d'accéder à la page du site internet Photovoltaïque.info :



- **Une prime d'investissement** réservée aux installations <100kWc avec autoconsommation avec vente du surplus de la production. La prime est versée en une seule fois lors de la première facturation de la vente de cet excédent auprès d'EDF Obligation d'Achat ou d'un organisme agréé. La centrale photovoltaïque doit être installée sur une toiture ou une structure support (comme un abri, carport par exemple). Attention, les installations de panneaux photovoltaïques au sol ne sont pas éligibles. Aucune demande d'aide n'est à faire, l'aide est versée automatiquement via l'organisme qui vous achète l'électricité injecté sur le réseau dans le cadre de votre contrat d'achat.
- **Un dispositif d'obligation d'achat** de la production injectée sur le réseau
 - **En vente totale** : Pour les installations de 9 à 100 kWc
 - **En vente de surplus** : Pour les installations de 0 à 100 kWc

Pour les installations dont la puissance est > 100 kWc, le soutien se fait à travers une **mise en concurrence dans le cadre d'appels d'offres** (exemple : installations sur bâtiments, au sol ou pour des ombrières de parking).

Ce sont des contrats de garantie de revenus établis sur 20 ans.

Taux de TVA de 5,5 % pour les installations de moins de 9 kWc selon certaines conditions (voir en scannant le QR code), un taux classique de TVA de 20 % s'applique aux autres installations.



Pour pouvoir bénéficier des aides de l'Etat, le recours à des entreprises qualifiées est obligatoire.

Qualification, les professionnels ont tous signé les 10 points de la charte



La fiscalité appliquée aux installations :

Les installations d'une puissance inférieure ou égale à 3 kWc sont exonérées de l'imposition sur la production au titre des Bénéfices Industriels et Commerciaux (BIC).

Cette exonération est soumise aux conditions suivantes :

- La puissance installée doit être **inférieure ou égale à 3 kWc**
- L'installation doit être **raccordée au réseau public d'électricité en 2 points au maximum**. Il est donc possible d'avoir deux installations photovoltaïques, chacune ne dépassant pas 3 kWc.
- Vous ne devez être **ni une entreprise, ni une copropriété**.



Les installations de plus de 3 kWc sont imposées sur la production (Bénéfices Industriel et Commerciaux (BIC) : il faut donc faire une déclaration d'impôt chaque année

Assurance et garanties :

Plusieurs garanties entrent en compte pour les installations photovoltaïques :

- Garantie biennale et décennale de l'installation
- Garantie de chaque matériel, panneaux onduleurs et autres matériels de l'installation

NB : Certaines « garanties » de 20 ans sur les panneaux semblent illusoirs



Les installations photovoltaïques peuvent être assurées de plusieurs manières :

- Assurance responsabilité civile pour les dommages corporels, matériels et immatériels (obligatoire)
- Assurance multi risque de votre habitation en cas de défauts causés par l'installation photovoltaïque sur l'habitation
- Assurance biennale et décennale de l'installateur, en cas de malfaçon
- Assurance dommage ouvrage (en sus de la décennale de l'installateur)
- Assurance perte de production, suite à une défaillance technique de l'installation
- Assurance dommages aux biens, en cas d'événements climatiques détériorant l'installation

Le kit solaire autoconsommation à poser soi-même, une bonne idée ?

D'un point de vue économique, la solution auto-construite est la plus rentable « sur le papier ». Cette rentabilité est conditionnée au bon dimensionnement de l'installation et à la modification du fonctionnement de certains appareils électriques. Cette solution ne permet pas de bénéficier des aides de l'Etat (pas de primes, pas de tarif d'achat du surplus). Les prix des kits proposés vont de 2 000 € jusqu'à 3 500 € (pour un kit de 3 kWc) en fonction de la qualité des équipements.

D'un point de vue technique, même si une installation photovoltaïque est un équipement simple (capteur, onduleurs, compteur), sa mise en œuvre doit respecter des critères et spécifications techniques précises, dont les normes électriques¹ en vigueur.

Certains fabricants proposent des kits « **PLUG and PLAY** » à brancher sur une simple prise électrique, le raccordement d'une centrale photovoltaïque est une intervention sensible devant respecter des règles. Le recours à un électricien compétent est impératif pour vérifier la capacité de la ligne électrique concernée.



A qui vendre l'électricité produite par l'installation et injectée sur le réseau ?

Dans le cadre de l'obligation d'achat, le kilowattheure d'électricité photovoltaïque est vendu par le producteur à un **tarif fixé par arrêté dans le cadre d'un contrat signé pour une durée de 20 ans**. Le producteur photovoltaïque injecte de l'électricité sur le réseau ; l'acheteur est obligé d'acheter l'énergie photovoltaïque au prix fixé par la loi. Seules EDF et les entreprises locales de distribution (Régies) sont soumises à l'obligation d'achat.

Des organismes agréés (au titre de l'article L. 314-6-1 du code de l'énergie) peuvent choisir de prendre des contrats en obligation d'achat, d'un accord commun avec le producteur, par le transfert d'un contrat d'achat avec un acheteur obligé.

Entreprises Locales de Distribution			EDF
Régies Multiservice de la Réole	Régie du Sud Réolais	Régie de Bazas	AGENCE OA SOLAIRE TSA 10295 94 962 CRETEIL CEDEX 09 69 37 57 07 oa-solaire@edf.fr
1-2 Av. du Maréchal Joffre, 33190 La Réole 05 56 61 05 13 https://www.rmms-lareole.fr/	Bois-Majou-Nord, 33124 Aillas Téléphone : 05 56 71 04 50 https://electricite-sud-reole.fr/	7 Av. Guill Arnaud de Tontoulon, 33430 Bazas 05 56 25 12 11 https://bazas-energies.fr/	

Si vous souhaitez vendre votre électricité à un organisme autre qu'EDF ou les Entreprises Locales de Distribution, vous devrez d'abord signer un contrat d'achat avec eux avant de transférer ce contrat à l'organisme de votre choix. Vous trouverez la liste des organismes agréés via ce QR Code



¹ En raison des risques d'électrocution et d'incendie



Que dois-je faire, si je souhaite me lancer dans un projet photovoltaïque ?

Avant toutes prises de rendez-vous avec des professionnels, ou signature de propositions commerciales :

→ **définissez l'objectif final de votre projet (Autoconsommation, vente en totalité ..)**



Je souhaite produire l'énergie nécessaire pour couvrir une partie significative de mes besoins électriques (avec ou sans revente de l'électricité sur le réseau)

Le principe de dimensionnement d'une installation photovoltaïque en autoconsommation consiste ici à :

→ **Analyser les consommations électriques du bâtiment.**

Dans ce cas, Il faut que vous disposiez des **consommations électriques de votre bâtiment** : plus ces données sont précises, meilleur sera le dimensionnement de votre installation. Si vous possédez un compteur Linky, celui-ci vous permet d'avoir des données assez précises concernant vos consommations, à défaut, des données sont disponibles sur les factures du fournisseur d'énergie.

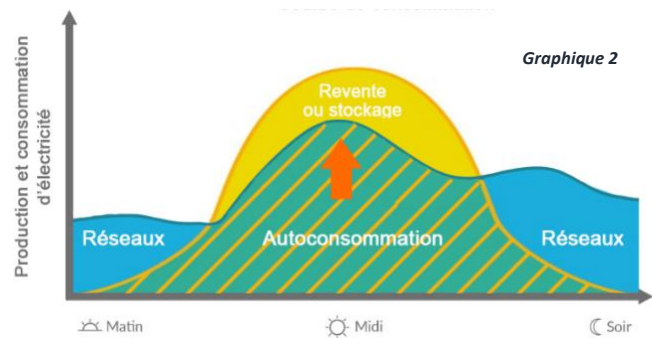
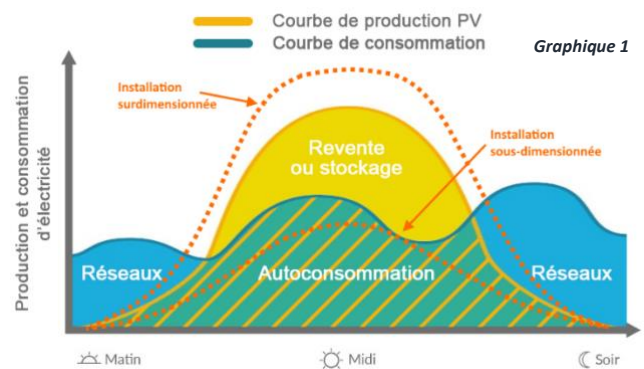
→ **Déterminer la puissance de l'installation.**

Cette puissance doit permettre de **couvrir une part significative des consommations électriques** (entre 30 et 50%), en évitant de surdimensionner l'équipement et donc en **limitant les coûts d'investissement** - Voir graphique 1

→ **Améliorer le taux d'autoconsommation**

En privilégiant le fonctionnement de certains appareils électriques à des heures où le rayonnement solaire est présent :

- ✓ Programmation de la production d'eau chaude sanitaire électrique, ainsi que certains équipements ménagers (lave-linge, lave-vaisselle,..) utilisés en majorité la journée, et surtout le véhicule électrique Voir graphique 2



Je souhaite produire de l'électricité pour la vendre sur le réseau

Depuis le 1^{er} avril 2025, il n'est plus possible de vendre la totalité de sa production électrique sur le réseau pour les puissances inférieures à 9 kWc. Pour ces puissances (de 0 à 9 kWc) seule l'autoconsommation partielle ou totale sont possibles.

Quel que soit l'objectif de votre projet

Le site du cadastre solaire du territoire (<https://pole-territorial-sud-gironde.cadastre-solaire.fr/>) vous permet d'obtenir **une estimation du potentiel de chaque mètre carré de votre toiture, des coûts d'investissements et les recettes prévisionnelles générées par la vente de l'électricité**. Cet outil permet de prendre en compte un certain nombre

d'éléments pouvant affecter le potentiel d'une toiture, comme l'orientation et la pente des toitures, ainsi que les ombrages créés par un bâtiment, des arbres ou des haies.



Ces éléments vous permettront de pré-dimensionner votre installation afin de faire réaliser des devis par des entreprises agréées (Qualification Qualisol : <https://www.qualit-enr.org/>) ou des fournisseurs de kit d'auto-montage. Afin de comparer les prix, demandez plusieurs devis.

Procédures d'installation et de raccordement d'une installation photovoltaïque (<36 kWc)

- Vous avez dimensionné votre projet et vous disposez d'un devis qui correspond à vos besoins :
- Vous pouvez vous lancer dans la procédure de raccordement :
 1. **Obtenir une autorisation d'urbanisme** : les démarches d'autorisation d'urbanisme se font en premier lieu auprès de la mairie et nécessitent de prendre connaissance des réglementations locales d'urbanisme (déclaration préalable ou permis de construire, suivant les cas).
 2. **Obtenir une attestation de conformité de la part du Consuel** : l'installateur envoie le formulaire rempli au CONSUEL qui appose un visa sous un délai maximal de 1 mois. Dans certains cas, une visite de contrôle est programmée, ce qui peut allonger les délais.
 3. **Se déclarer au gestionnaire du réseau** :
 - **En autoconsommation sans vente du surplus** : en déposant une **déclaration de raccordement** et en signant une **convention d'autoconsommation** auprès d'ENEDIS, ou de gestionnaires locaux comme les Régies.
 - **En autoconsommation avec vente du surplus** : en déposant une **demande de raccordement** auprès d'ENEDIS, ou de gestionnaires locaux comme les Régies
 - **En vente totale au réseau** : en déposant une **demande de raccordement** auprès d'ENEDIS, ou de gestionnaires locaux comme les Régies





Si vous souhaitez **plus de renseignements sur la rénovation énergétique et les énergies renouvelables,**

Les conseiller(e)s de la Maison de l'Habitat et de l'Énergie répondent à vos questions et vous accompagnent dans vos projets

05 56 61 20 75

