A photograph of a roof with several solar panels installed. The panels are blue with a grid pattern of silver lines. The roof also has traditional grey tiles and a red-tiled gable end. The entire image is overlaid with a semi-transparent orange filter. The text 'SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE' is centered in white, bold, sans-serif font.

SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Module photovoltaïque

Composé de cellules photovoltaïques, il transforme la lumière solaire en courant électrique continu d'une tension comprise entre 125 et 400 Volts. Ces modules sont câblés en série ou en parallèle à partir de boîtes de jonction pour obtenir les tensions nécessaires aux onduleurs suivant les besoins en énergie du générateur. L'ensemble des modules constitue le « champ photovoltaïque ». La puissance des modules varie en fonction de l'ensoleillement. Le champ solaire doit ainsi être exposé de façon à recueillir le maximum d'ensoleillement sur l'année.

Les cellules photovoltaïques les plus répandues sont constituées de semi-conducteurs, principalement à base de silicium et plus rarement à base de sulfure de cadmium, de tellure de cadmium, ...
Robustes, elles résistent aux agressions de l'environnement telles que la grêle. Leur durée de vie est de 20 à 30 ans avec une garantie constructeur d'un niveau de production de 80 % de la production initiale au bout de 20 ans.

La puissance crête correspond à la puissance délivrée par le module dans des conditions optimales d'éclairement (1 000 W/m² de rayonnement solaire qui correspond en moyenne à la puissance incidente obtenue à midi en exposition sud) et de température (25°C de température ambiante).

Une vie après pour les panneaux photovoltaïques ?

En décembre 2008, un accord volontaire de collecte et de recyclage des panneaux solaires photovoltaïques usagés a été signé par plus de 30 producteurs internationaux. Plus de **70 % des panneaux solaires photovoltaïques seront collectés et recyclés** par les 27 pays membres de l'Union Européenne.

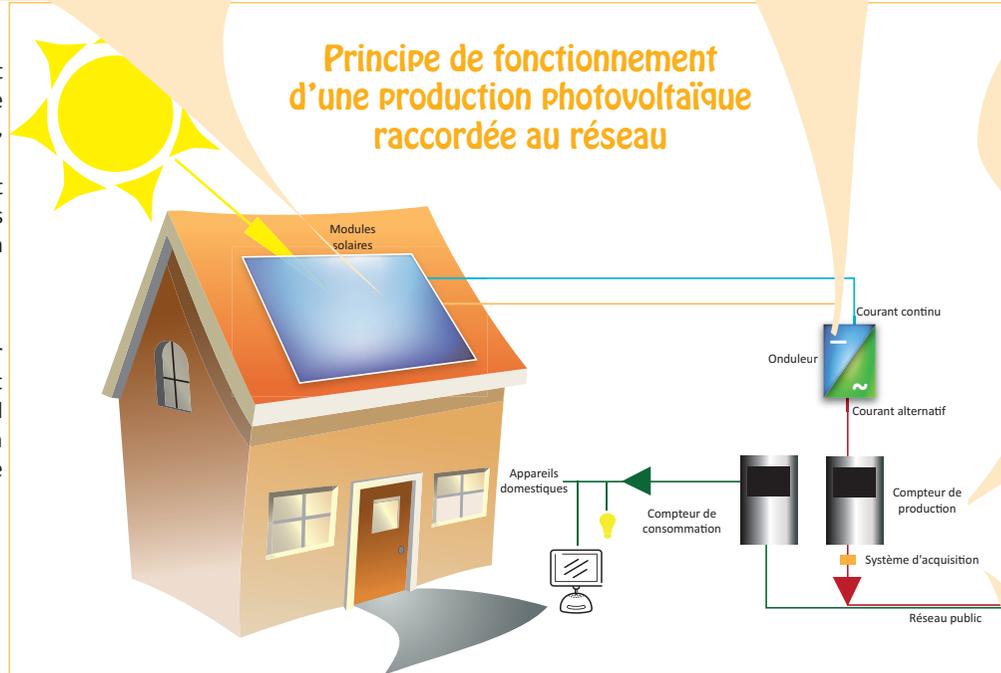
Regroupés au sein d'une association appelée **PV Cycle**, les producteurs de panneaux solaires s'engagent notamment sur des objectifs de taux de collecte et de recyclage supérieurs aux actuelles obligations de la réglementation européenne en matière de Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE).

- 65 % des panneaux photovoltaïques usagés seront collectés
- 85 % des matériaux des panneaux photovoltaïques usagés collectés seront recyclés

En pratique : pour avoir une information précise et détaillée sur les modalités de reprise et les réseaux de collecte, se reporter à l'étiquetage sur les panneaux, le site internet du fabricant et les inscriptions de mention dans les conditions générales de vente.

A quel prix ? La collecte et le recyclage des panneaux photovoltaïques usagés seront gratuits pour les usagers.

Principe de fonctionnement d'une production photovoltaïque raccordée au réseau



L'onduleur

Il transforme le courant continu produit par les modules photovoltaïques en un courant alternatif ayant toutes les caractéristiques du courant fourni par le réseau électrique (230 Volts et 50 Hz). Suivant les niveaux de tensions, plusieurs onduleurs peuvent être nécessaires. Dans le cas d'un générateur raccordé au réseau, l'onduleur se déconnecte automatiquement en cas d'absence ou de défaillance du réseau (dérive en tension ou fréquence). Cette sécurité peut être incluse dans l'onduleur.

Le compteur

Le compteur de production est relevé par EDF pour le rachat de l'énergie. Un compteur peut être installé pour une surveillance de la production et du bon fonctionnement des onduleurs. Une partie ou l'intégralité de la production est vendue au tarif réglementaire d'obligation d'achat.

Remarque : Un second compteur permet au producteur, qui est aussi un consommateur, d'acheter de l'électricité au fournisseur pour sa consommation propre indépendamment du circuit de production.

Le système d'acquisition : permet d'assurer le suivi des performances et l'exploitation du générateur et ainsi de détecter immédiatement toute anomalie de fonctionnement. Il peut communiquer en tant réel les grandeurs techniques du système (production, puissance instantanée, tonne de CO₂ évitée, défaut, ...).

Impact sur l'environnement

Centrale de **3 000 Wc** produisant
3 000 kWh/an
évite le rejet dans l'atmosphère de **360 kg CO₂**
= **3 000 km** parcourus avec une voiture
émettant 120 g CO₂/km

En Bourgogne, l'énergie nécessaire à la fabrication des modules
photovoltaïques est compensée en 2 à 3 ans
pour une durée de vie de 25 ans.

Tous les éléments peuvent être recyclés en fin de vie.
Ni mouvement, ni bruit, seulement un impact visuel.

Intégration architecturale

3 solutions :

Intégration au bâti

Les panneaux photovoltaïques font partie intégrante de l'enveloppe du bâtiment. Utilisés comme matériau de construction, ils assurent l'une des fonctions suivantes :

- étanchéité de la toiture
- allège
- bardage
- brise-soleil
- mur-rideau
- garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse

Intégration simplifiée

Les panneaux n'assurent pas les fonctions de clos, de couvert et d'étanchéité. Ils sont placés en surimposition à une construction existante.

Non intégré

Les panneaux sont installés au sol ou en terrasse sur châssis.

En chiffres ...

Sur bâtiment :

10 m² panneau = 1 kWcrête = 1 000 kWh/an

1 kWcrête = 0,9 kVA

6 000 à 9 000 € TTC/kWcrête

Particulier : **30 m² de panneau = 3 kWcrête**

Au sol :

25 m² champs = 1 kWcrête = 1 000 kWh/an

1 kWcrête = 0,9 kVA

5 000 à 7 000 € TTC/kWcrête

Exposition des panneaux : quelle est la meilleure solution ?

		Facteurs de correction pour une inclinaison et une orientation données				
		Inclinaison	0°	30°	60°	90°
		Inclinaison	0°	30°	60°	90°
		Orientation	0°	30°	60°	90°
Est		0,93	0,90	0,78	0,55	
Sud-est		0,93	0,96	0,88	0,66	
Sud		0,93	1,00	0,91	0,68	
Sud-ouest		0,93	0,96	0,88	0,66	
Ouest		0,93	0,90	0,78	0,55	

Position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

Ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.
Source : Hespul

Inclinaison optimale : 30°

Orientation optimale : plein sud
Aucune ombre sur le champ : un peu d'ombre en hiver comme en été = aucune production du module

Repenser le réseau électrique

L'irruption du photovoltaïque à grande échelle dans le bouquet énergétique nécessiterait une véritable révolution technique dans la gestion du réseau électrique.

Pensé pour une production centralisée, la gestion de l'équilibre permanent entre l'offre (production) et la demande (consommation) est réalisée au niveau du réseau électrique de transport, géré par RTE. Le réseau de distribution local, reste à ce jour, passif vis-à-vis de cette régulation.

Or, une habitation équipée de panneaux photovoltaïques raccordés au réseau est à la fois un lieu de consommation et de production. Tant que les puissances raccordées demeurent symboliques, les maisons à « énergie positive » n'impactent pas le fonctionnement de ce réseau de transport.

Même si des difficultés locales ponctuelles peuvent déjà exister sur le réseau de distribution local, on estime que certains problèmes apparaîtront lorsque la production décentralisée photovoltaïque représentera 10 % de l'électricité produite. Au-delà, le mode de gestion du réseau de distribution devra évoluer rapidement. Il sera nécessaire que le réseau de distribution local soit réactif aux soutirages des clients et à l'injection des producteurs d'électricité.

Reste donc à développer les **techniques de stockage** et la gestion **de réseaux intelligents (« smart grids »)**.

Emmagasiner dans chaque foyer l'énergie nécessaire à une consommation différée : en utilisant, par exemple, des batteries de voiture électrique comme systèmes de stockage

Développer l'autoconsommation

Ne raccorder au réseau que les habitations pour lesquelles un apport d'énergie est nécessaire

Utilisation des technologies informatiques de manière à optimiser la production et la distribution et mieux mettre en relation l'offre et la demande entre les producteurs et les consommateurs d'électricité au niveau local.

Objectifs :

- Économiser l'énergie
- Sécuriser le réseau
- Réduire les coûts
- Diminuer les émissions de gaz à effet de serre

Tarif d'achat d'une production photovoltaïque raccordée au réseau (avec revente d'électricité)

Arrêté du 4 mars 2011 - JO du 5 mars 2011

Type d'installation		Tarifs d'achat du 10 mars 2011 au 30 juin 2011	
Résidentiel	Intégration au bâti ⁽¹⁾	[0-9 kWc]	46 c€/kWh
		[9-36 kWc]	40,25 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[0-36 kWc]	30,35 c€/kWh
		[36-100 kWc]	28,83 c€/kWh
Enseignement ou santé ⁽²⁾	Intégration au bâti	[0-9 kWc]	40,60 c€/kWh
		[9-36 kWc]	40,60 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[0-36 kWc]	30,35 c€/kWh
		[36-100 kWc]	28,83 c€/kWh
Autres bâtiments	Intégration au bâti	[0-9 kWc]	35,20 c€/kWh
		[9-36 kWc]	30,35 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[36-100 kWc]	28,83 c€/kWh
		Tout type d'installation	[0-12 kWc]

⁽¹⁾ Bâti : bâtiment clos et couvert assurant la protection des personnes ou des activités

⁽²⁾ Établissements considérés comme «enseignement» : enseignement primaire et secondaire public ou privé, enseignement supérieur. Il n'est pas exclu que les écoles maternelles ne soient pas comprises dans la catégorie «enseignement».

Établissements considérés comme «santé» : hôpital, maison de retraite, résidence médicalisée, établissement de soins.

Remarque : 50 % de la surface hors œuvre nette doit être dédiée à l'usage principal du bâtiment pour que le bâtiment relève de cette catégorie.

L'énergie annuelle susceptible d'être achetée est plafonnée. Le plafond est défini comme le produit «Pcrête installée x 1 500 heures de fonctionnement». L'énergie produite au-delà du plafond est rémunérée à 5 c€/HT/kWh.

À noter

Le producteur fournit à EDF une attestation sur l'honneur de l'installateur du système photovoltaïque certifiant que l'installation est réalisée en «intégration au bâti» ou en «intégration simplifiée au bâti».

Pour une installation de puissance supérieure à 9 kWc, le producteur fournit lors de sa demande de raccordement à ERDF l'un des deux documents suivants :

- Attestation datant de moins de 3 mois de son commissaire au compte, d'un organisme bancaire ou d'un comptable public certifiant que le producteur dispose de fonds propres, à hauteur de 0,6 €/Wc pour l'installation considérée ou pour l'ensemble des projets en cours.
- Une offre de prêt sur le financement nécessaire à la réalisation de l'installation. Cette offre peut être conditionnée à l'obtention par le producteur du tarif d'achat, et au fait que le coût de raccordement de l'installation au réseau public d'électricité, tel que mentionné dans la proposition technique et financière d'ERDF, n'excède pas la somme de 500 € multipliée par la puissance crête, exprimée en kW, de l'installation.

Vente totale ou partielle ?

La vente totale de l'électricité produite est économiquement plus intéressante puisque le prix d'achat de l'électricité est en moyenne de **10 à 12 c€/kWh** pour un particulier.

Programme Energie Climat
Bourgogne (PECB) 2007 – 2013 de l'ADEME, la
Région Bourgogne, et le FEDER (Fonds européen) :

Étude de faisabilité : 70 % du montant HT des prestations avec un plafond des dépenses éligibles de **20 000 € HT**

Investissements (travaux) : plus **AUCUNE AIDE** quel que soit le maître d'ouvrage (nouvelle disposition depuis mai 2010)

Quelles subventions ?

Tarif d'achat appliqué = tarif en vigueur au moment de la demande officielle de raccordement adressée à ERDF (dossier complet) même si l'installation est construite et mise en service plusieurs mois après.

Contrat signé pour 20 ans à compter de la date de mise en service de l'installation, qui correspond à la date de son raccordement au réseau électrique.

Attention :

1 Pour les seuils de puissance, il faut prendre en considération la puissance totale des installations raccordées, ou en projet sur un même bâtiment ou sur une même parcelle cadastrale.

2 Des coefficients de dégressivité viendront s'appliquer à ces tarifs, chaque trimestre, en fonction du nombre de demandes complètes de raccordement au réseau effectuées durant les précédents trimestres.

3 Une installation mise en service avant la date de publication du nouvel arrêté tarifaire du 4 mars 2011, peut bénéficier d'un contrat d'achat dans les conditions tarifaires définies dans cet arrêté multipliées par un coefficient.

4 C'est la date de demande complète de raccordement qui détermine le trimestre dans lequel est fixé le tarif d'achat. Une fois sécurisé, le tarif d'achat d'un projet n'est plus affecté par la dégressivité trimestrielle.

5 Tarifs révisibles tous les ans à la date anniversaire en fonction d'un indice du coût horaire du travail et d'un indice des prix à la production.

Manque d'homogénéité à l'échelle nationale.

Nécessité de créer un budget annexe

Les excédents de fonctionnement pouvant être basculés sur le budget général de la commune par transfert de charge, en cohérence avec l'ampleur de l'installation technique.

Et la fiscalité ?

Urbanisme : comment faire ?

Photovoltaïque sur bâtiment

- **Bâtiment existant** : une déclaration préalable de travaux est nécessaire.
- **Bâtiment neuf** : il est obligatoire d'intégrer les panneaux photovoltaïques dans la demande de permis de construire.

Dans tous les cas, les installations doivent respecter les dispositions des documents d'urbanisme opposables existants : carte communale, POS (Plan d'Occupation des Sols), PLU (Plan Local d'Urbanisme). Dans le cas contraire, ces derniers peuvent être modifiés ou révisés.

Photovoltaïque au sol

Circulaire du 18 décembre 2009 :

«Le maître d'ouvrage doit en principe demander l'accord du gestionnaire du réseau public d'électricité afin de s'assurer que son projet peut être raccordé au réseau existant».

Tableau récapitulatif des pièces à fournir en fonction de la puissance de la centrale photovoltaïque au sol

Puissance crête	P < 3 kWc	P < 3 kWc	3 ≤ P ≤ 250 kWc	P > 250 kWc
Hauteur	h < 1,8 m	h > 1,8 m	Toute hauteur	Toute hauteur
Hors secteur protégé	Aucune autorisation d'urbanisme	Déclaration préalable	Déclaration préalable	Permis de construire Étude d'impact Enquête publique
Secteur protégé ⁽¹⁾	Déclaration préalable	Déclaration préalable	Déclaration préalable	
Autorisation d'exploiter ou déclaration	Réputée déclarée	Réputée déclarée	Réputée déclarée	Déclaration d'exploiter pour 250 kWc < P < 4,5 MWc Autorisation d'exploiter si P > 4,5 M (DGEC-DIDEME)

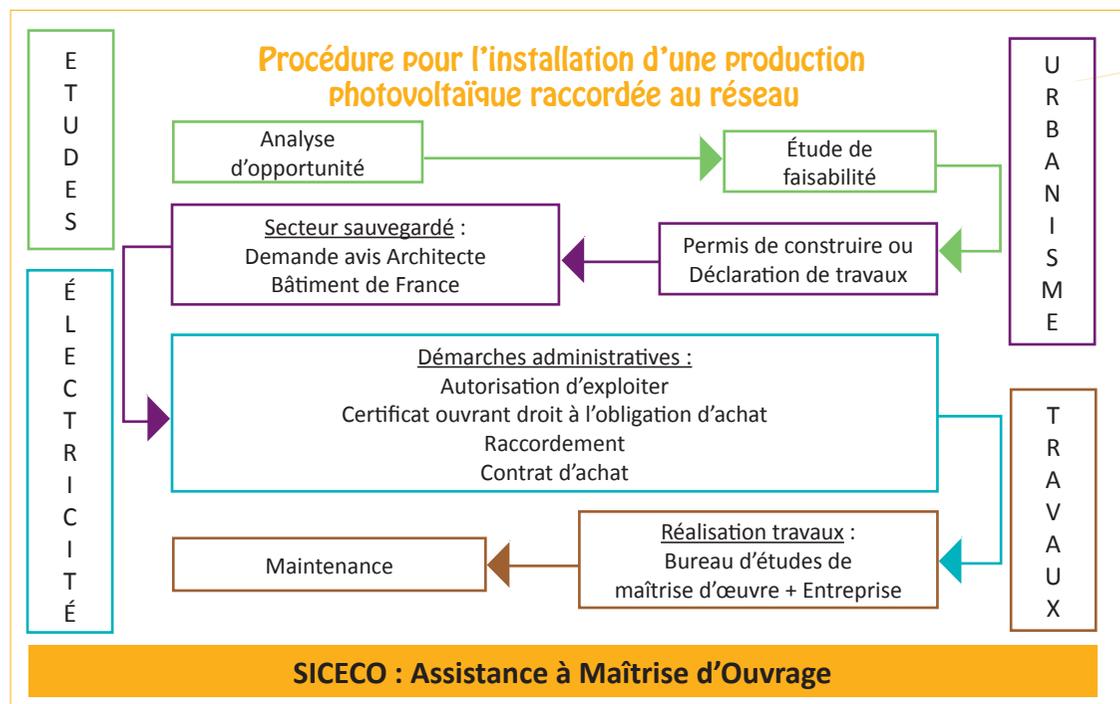
⁽¹⁾ Secteur protégé : secteur sauvegardé, site classé, réserve naturelle, espace classé (ou ayant vocation à être classé) dans le coeur d'un (futur) parc national.

Quelle exploitation ?

En régie
service interne

Par délégation
contrat de concession ou d'affermage

Procédure pour l'installation d'une production photovoltaïque raccordée au réseau



Moyens à disposition des collectivités pour contrôler le développement des projets photovoltaïques :

Instruction des déclarations préalables et dépôts de permis de construire (vérification de la compatibilité des projets avec les documents d'urbanisme : carte communale, POS, PLU, ...)

Modification du PLU en faveur de l'énergie photovoltaïque

Cas particulier des centrales au sol :

Appel à projet avec mise en concurrence des candidats

Contrôle des terrains retenus pour éviter le conflit d'usage des sols

La Chambre d'Agriculture de la Côte-d'Or et l'Agence du Développement de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) se sont clairement positionnées contre le développement de centrale photovoltaïque au sol sur des terres cultivables.

Les projets de centrale au sol doivent s'implanter sur des friches industrielles, sur des terrains pollués, sur des zones militaires, ... c'est-à-dire des terres n'ayant aucune valeur agricole.

Pas de Conflit d'usage des sols

Conseils pratiques

1 Recourir à un installateur signataire de la **charte QUALIPV** (www.qualipv.org) possédant une assurance décennale pour la pose de panneaux photovoltaïques et qui s'engage à obtenir l'Attestation de Conformité du CONSUEL (Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Electricité). La **charte QUALIPV** assure que l'entreprise possède les compétences professionnelles nécessaires.

4 Vérifier la prise en compte dans l'analyse technico-économique d'un projet d'une **perte de production de 10% sur 20 ans** et des coûts annexes suivants : **raccordement au réseau** (1 500 € TTC sans renforcement électrique), **maintenance** (par an 1,2 % de l'investissement pour l'entretien courant et le provisionnement du remplacement des onduleurs), **TURPE** (Tarif d'Utilisation du Réseau Public de Distribution de l'Electricité : 60 € TTC / an), **assurance** (200 € TTC / an).

Pour une centrale photovoltaïque au sol :

7 Vérifier les assurances de l'exploitant : RC, pertes d'exploitation et dommages ouvrage.

Mener une vérification détaillée de la proposition de contrat de location du terrain :

- Étendue de la centrale
- Remise en état du site en cas d'abandon du projet ou en fin d'exploitation conformément à l'état des lieux initial
- 8** ● Intégration paysagère approfondie (habillage des transformateurs)
- Sécurisation et aménagement pédagogique des accès
- Mode de calcul des loyers (parts fixe et variable), incidence de la baisse des tarifs d'achat
- Cession de bail en cas de changement d'exploitant

2 Vérifier que le matériel retenu est conforme aux exigences réglementaires (**norme NF-CEI 61215** pour le silicium cristallin et **norme NF-CEI 61646** pour les couches minces) et aux critères d'éligibilité de la prime d'intégration au bâti (www.ceiab-pv.fr).

5 Imposer à votre installateur ou dans le cadre du contrat de maintenance une **garantie de résultat solaire photovoltaïque** = garantie de perte de production (rendement). L'installateur s'engage à garantir une production minimale par rapport à la production de base prévue pour un certain niveau d'ensoleillement. Les niveaux de production garantis sont les suivants :

- 90 % de la production initiale sur les 10 premières années
- 80 % de la production initiale sur les 10 années suivantes (de la 11^{ème} à la 20^{ème} année)

En cas de production inférieure à ces seuils et avec un niveau d'ensoleillement suffisant (mesuré grâce à l'installation d'une sonde d'ensoleillement) pour atteindre la production prévue, l'entreprise s'engage à prendre en charge la perte financière d'achat correspondante.

Je réussis mon projet

3 Obligation d'obtenir une **Attestation de Conformité** de l'installation aux règlements et normes de sécurité en vigueur délivrée par le CONSUEL (Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Electricité) avant le raccordement au réseau.

6 Seule la **proposition technique et financière du gestionnaire de réseau ERDF** définira de façon précise les travaux effectivement à réaliser sur le réseau BT et éventuellement sur le réseau HTA (mutation transformateur, départ dédié, ...), et constituera par conséquent l'unique document contractuel des travaux de raccordement à mettre en œuvre.

Et le SICECO ?

C'est-à-dire :

- Le SICECO réalise l'étude d'opportunité qui permet de vérifier si le projet semble intéressant et viable.
- Suivant les difficultés techniques détectées, une étude de faisabilité portée par le SICECO peut être conseillée afin de définir l'analyse technico-économique du projet.
- Si la commune décide de réaliser les travaux, le SICECO apportera son aide à la rédaction des pièces de consultation des entreprises et plus particulièrement à la partie «garantie de résultat solaire photovoltaïque».
- Aide à la réception des travaux.

Pour les productions photovoltaïques raccordées au réseau (avec revente)

SICECO = Assistant à Maîtrise d'Ouvrage

L'expérience du SICECO dans le domaine du photovoltaïque a débuté, il y a plus de 10 ans, par la construction de productions électriques autonomes qui alimentent des sites isolés. Il a ensuite étendu son service aux productions photovoltaïques raccordées au réseau électrique, c'est-à-dire avec revente d'électricité à EDF (obligation d'achat).

Le saviez-vous ?

Sites isolés en photovoltaïque : expérience du SICECO

En site isolé (autoconsommation) :

SICECO = Maître d'Ouvrage des travaux

Fonctionnement

Un site isolé est une propriété non raccordée et éloignée (d'environ 800 ml) du réseau électrique. Son alimentation électrique résulte d'une production autonome par panneaux photovoltaïques avec stockage de l'énergie produite dans un parc de batteries qui permet d'assurer la continuité de service.



Le parc de batteries est dimensionné en fonction de l'autonomie souhaitée de la production pour des besoins déterminés. L'augmentation de la surface du champ solaire n'a pas d'incidence sur la capacité de stockage du parc mais réduit en revanche sa durée de chargement.



Site isolé à Bèze

Attention :

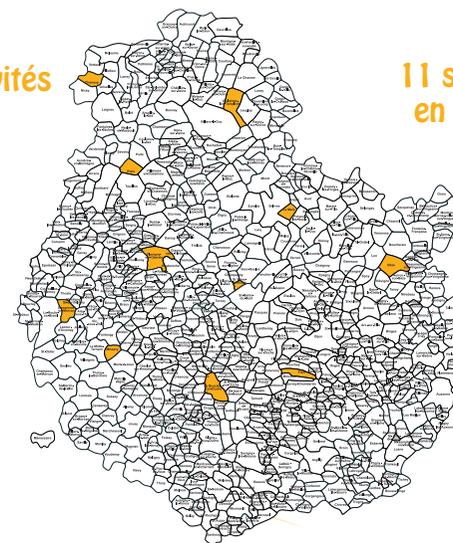
Du fait d'une puissance de production réduite, ces installations techniques imposent des contraintes d'utilisation très fortes et n'apportent pas la même souplesse d'utilisation qu'un raccordement classique. Par conséquent, chaque opération fait l'objet d'une convention par laquelle les utilisateurs s'engagent sur les contraintes liées à la puissance de l'installation et les limites d'usage qui en découlent. L'adaptation des comportements à la ressource disponible des bénéficiaires de ce type de production d'électricité est indispensable. Aussi le SICECO essaie dans la mesure du possible de vérifier que les utilisateurs ont bien compris ces contraintes et ont le profil pour s'en contenter.

Domaine d'activités

Gîte

Habitation

Petits équipements techniques :
javelleuse, stabulation, pompage, ...



11 sites isolés en Côte-d'Or

140 m² de panneaux photovoltaïques

16 kWcrête de puissance photovoltaïque

Maintenance

Les productions photovoltaïques pour autoconsommation font l'objet de contrats d'abonnement conventionnés avec le distributeur ERDF, qui en assure l'entretien. Ces installations sont en effet remises au concessionnaire du réseau ERDF lors de la réception des travaux, de la même manière qu'un ouvrage de réseau classique.

Plan de financement

Ces équipements relèvent de conditions financières particulières. Leur construction est très largement subventionnée par le Fonds d'Amortissement des Charges d'Électrification (FACE), ce qui les rend accessibles aux particuliers.

CLIENT : 5 % du montant HT

FACE : 65 % du montant TTC plafonné à un montant éligible

ADEME + REGION : Complément du FACE pour atteindre une subvention totale de 95 % du montant HT

Attention : il est à noter que pour qu'un dossier soit éligible au programme énergies renouvelables du FACE, le montant HT de l'installation de la production photovoltaïque doit être inférieur d'au moins 15 % au coût de raccordement classique au réseau de distribution électrique → **critère vérifié pour un site éloigné d'au moins 800 ml du réseau électrique.**