



Rédacteur : Sylvain DESEAU, conseiller agro-équipements – Chambre d'Agriculture du Loiret

Projet solaire photovoltaïque : Faut-il envisager l'autoconsommation ?

Mise à jour Mai 2019

Le prix de revient du kilowatt heure produit par les installations solaires photovoltaïques tend à baisser tandis que le prix de l'électricité achetée augmente. La technologie des batteries évolue offrant des capacités de stockage de plus en plus performantes. Toutes ces raisons amènent de plus en plus de porteur de projet à se poser la question : faut-il revendre l'électricité photovoltaïque ou l'autoconsommer ?

■ Electricité : un marché en pleine évolution

Côté photovoltaïque, le prix de revient du kWh produit par les centrales est de moins en moins élevé et ce pour plusieurs raisons :

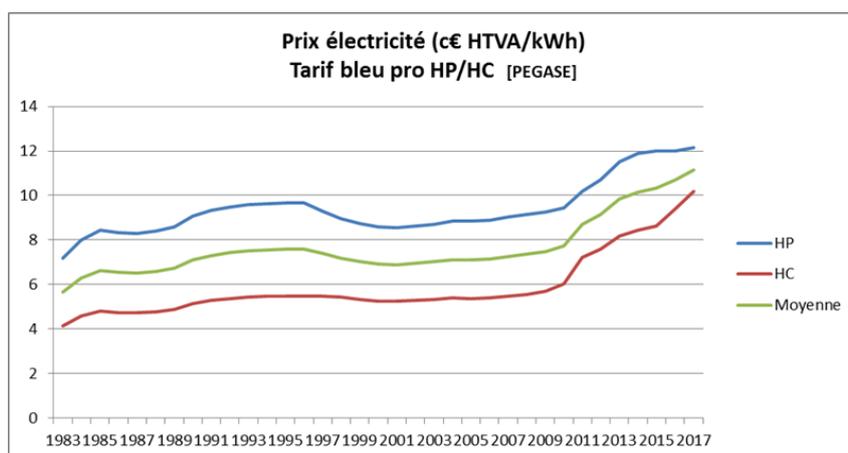
- Le matériel est de plus en plus performant à l'image des panneaux, de plus en plus puissant. En 2008, il fallait 8 m² pour installer 1 kW de puissance. Aujourd'hui, 6 suffisent. Moins de panneaux à installer veut dire moins de câble et moins de frais d'installation.
- Le prix des composants de l'installation solaire baisse régulièrement.

L'IRENA (Agence internationale des énergies renouvelable) estime la baisse du prix de revient de l'électricité solaire depuis 2010 à 73%. Il devrait encore baisser. Aujourd'hui, on sait produire un kWh à moins de 12 centimes.

Côté réseau, c'est l'inverse : le coût du kWh acheté augmente. En cause, l'évolution des taxes mais aussi du prix de marché de l'électricité résultant du rapport entre la demande et l'offre toute énergie confondue.

Depuis 10 ans, il a progressé en moyenne de 2 à 5% par an soit un bond de 30 à 40% entre 2010 et 2017 !

Pour l'instant, le prix du kWh français reste légèrement moins cher que la moyenne européenne même si l'écart avec nos voisins les plus proches (Allemagne, Belgique, Italie) est plus conséquent.



Et l'augmentation ne devrait pas s'arrêter là :

- Des investissements importants sont envisagés pour renforcer la sécurité et prolonger la durée de vie de nos réacteurs nucléaires.
- Le développement des énergies renouvelables est encouragé au niveau national. Ces coûts sont répercutés directement sur le prix de l'électricité via la taxe « contribution au service public de l'électricité » (CSPE).
- Le réseau de distribution doit s'adapter à un mode de production de plus en plus décentralisé (éolien, photovoltaïque).

■ Quel est le véritable coût du kWh sur votre facture ?

Votre facture est constituée de plusieurs postes de charge (*)

- La fourniture d'électricité comprenant :
 - la consommation c'est-à-dire les kWh consommés (2)
 - l'abonnement (1)
- Les frais d'acheminement/d'utilisation du réseau (TURPE) comprenant :
 - Une composante de gestion (1)
 - Une composante de comptage (1)
 - Une composante de soutirage comprenant elle-même :
 - une part fixe proportionnelle à la puissance souscrite (1)
 - une part variable proportionnelle aux kWh consommés (2)
- Les taxes :
 - la CSPE (2),
 - la CTA (contribution tarifaire d'acheminement) (1),
 - les taxes départementales et communales (2),
 - la TVA (1) et (2)

Répartition des charges sur un kWh consommé.

Exemple d'un éleveur avicole.

Factures année 2018.

Puissance souscrite 66 kVA
62 000 kWh consommé répartis en
heure d'hiver et heures d'été.

	€/kWh	% du HT
Consommation	0.044	34%
Abonnement	0.007	5.5%
TURPE	0.045	35%
Taxes	0.032	25%
Total HT	0.128	
TVA	0.026	
Total TTC	0.156	

La consommation ne représente que 30% du montant de votre facture globale.

(*) Certaines de ces charges sont facturées forfaitairement, au mois, au jour ou selon la puissance souscrite (1). Les autres sont proportionnelles aux kilowatts heure consommés (2). Pour celles-ci, moins vous consommez, moins vous payez !

A retenir ?

Chaque kWh solaire photovoltaïque autoconsommé fait donc économiser :

- Le coût du kWh +
- une partie du TURPE (part variable de la composante de soutirage) +
- une partie des taxes (CSPE + taxe communale + taxe départementale).

Pour notre éleveur avicole, le véritable coût du kWh est 0.09 € HT (coût moyen du kWh heures pleines et heures creuses). Le reste (0.038 € HT /kWh) sont des charges fixes.



Le solaire photovoltaïque ne fait économiser que les kWh facturés en heure pleine.

Revente totale et autoconsommation : des objectifs différents

Aujourd'hui, la plupart des producteurs d'électricité photovoltaïque injecte la totalité de leur production sur le réseau. Un contrat d'achat signé avec EDF ou l'entreprise locale de distribution, sur 20 ans, sécurise la rentabilité du projet.

Le tarif d'achat varie selon la puissance des installations.

Tarif d'achat d'électricité du 1 ^{er} trimestre 2019 (en centimes d'euro par kWh)				Tarif dernier appel d'offre 2018
≤ à 3 kWc (*)	≤ à 9 kWc (*)	≤ à 36 kWc	≤ à 100 kWc	>100 kWc
18.72	15.91	12.07	11.19	9.116

(*) kWc (kilo watt crête) : puissance maximale de l'installation.

(Plus de détails sur la revente totale dans notre « guide solaire photovoltaïque » téléchargeable sur <https://centre-valdeloire.chambres-agriculture.fr>).

Pour qu'un projet de revente totale soit rentable, le prix de revient du kWh solaire photovoltaïque produit doit être inférieur au tarif de rachat souscrit.

Objectifs

Revente totale

- Autofinancer la construction d'un bâtiment neuf.
- Autofinancer la rénovation d'une toiture existante.
- Optimiser la rentabilité de l'activité agricole développée sous le bâtiment.
- Financer le désamiantage d'une toiture
- Rentabiliser un placement financier.

Pour qu'un projet d'autoconsommation soit rentable, deux points doivent être considérés :

- le prix de revient du kWh solaire photovoltaïque produit doit être inférieur au kWh acheté sur le réseau,
- le nombre de kilowatts heure non autoconsommés doit être le plus faible possible.

Objectifs

Autoconsommation

- Réduire la facture d'électricité de l'exploitation
- Stabiliser, sur plusieurs années, le prix du kWh consommé.
- Contribuer à la fourniture d'énergie « verte »

Faut-il revendre en totalité ou autoconsommer ?

Les deux projets ne sont pas opposables. Ils sont complémentaires.

Revente totale

La revente totale d'électricité permet de convertir les toitures en véritable outil de production.

Compte tenu des surfaces souvent disponibles sur les bâtiments agricoles, le volume d'électricité produit est généralement fortement supérieur au volume d'électricité consommable sur les exploitations.

Dans ce cas, la revente totale s'impose.

Rentabilité d'un projet de revente totale pour une toiture type hangar agricole (inclinaison 15°, orientée plein Sud) sur base tarif d'achat du 1^{er} trimestre 2019

Exemples de puissance	36 kWc	100 kWc
Surface de panneaux	210 à 240 m ²	600 à 650 m ²
Production moyenne annuelle sur 20 ans	36 765 kWh	102 125 kWh
Tarif d'achat électricité produite	12.07 €/kWh	11.19 €/kWh
Recette moyenne annuelle	4 646 €	11 543 €
Investissement centrale solaire+ divers	40 100 €	85 500
Raccordement réseau	3 000 €	7 200
Somme investie (1)	43 100 €	92 700 €
Assurance €/an	250	600
Maintenance €/an	250	500
Lavage panneaux €/an	50	150

Location compteur €/an	50	650
Provision remplacement onduleurs €/an	150	325
Gain financier sur 20 ans avant impôt	26 285 €	73 963 €
Temps de retour sur investissement	12.4 ans	11.1 ans
Prix de revient du kWh produit	0.09 €/kWh	0.077 €/kWh
Taux de rentabilité interne (2)	2.41 %	2.98 %

(1) hors couverture sous les panneaux

(2) A comparer avec un taux de placement bancaire

(* Le prix de revient du kWh solaire photovoltaïque est ici calculé sur 20 ans (durée du contrat d'achat). Il pourrait l'être sur la durée de vie totale des panneaux (30-35 ans).

Autoconsommation

L'autoconsommation s'envisage lorsque l'exploitation dispose d'une source de consommation d'électricité régulière et stable :

- élevage hors sol,
- système de ventilation,
- méthaniseur,
- frigo, éclairage,
- chaîne de conditionnement,
- atelier de transformation,
- ...

Elle peut se concevoir de trois façons différentes :

- L'autoconsommation totale : les kWh solaires non valorisés ne sont pas injectés sur le réseau. Les onduleurs sont bridés. Ils sont « techniquement et financièrement » perdus.
- En revente de surplus : les kWh solaires non valorisés sont vendus sur le réseau (voir § « autoconsommation avec revente de surplus » ci dessous).
- En autoconsommation totale avec stockage : L'installation d'une batterie permet de stocker le surplus plutôt que de l'injecter sur le réseau (voir § batterie).

Dans tous les cas, l'installation est raccordée au réseau mais sans création d'une deuxième ligne comme pour la revente en totalité. L'autoconsommation totale ne génère pas de frais de raccordement au réseau.

A défaut de stockage en batteries, les kWh manquants l'hiver, la nuit ou lors des pics de consommation seront achetés sur le réseau.

A savoir

Si votre projet d'autoconsommation a pour but la production d'eau chaude, préférez des panneaux solaires thermiques. Leur rendement est supérieur aux panneaux solaires photovoltaïques.

■ Autoconsommation avec revente de surplus ?

Appelé aussi « vente de l'excédent », **la revente de surplus** est la solution intermédiaire entre la revente totale et l'autoconsommation totale. Elle permet de valoriser tous les kWh produits par la centrale.

Cette démarche n'est possible que pour les installations sur toiture.

Les kWh qui ne sont pas autoconsommés sont revendus sur le réseau. Un contrat de vente sur 20 ans est établi avec EDF ou l'entreprise locale de distribution. En plus du tarif de 6 ou 10 centimes d'euros par kWh injecté (non indexé sur l'inflation), l'état octroi pour ce type de projet une prime permettant de minorer l'investissement.

Revente de surplus – conditions du 1 ^{er} trimestre 2019				
Puissance centrale	≤ à 3 kWc	≤ à 9 kWc	≤ à 36 kWc	≤ à 100 kWc
Tarif d'achat du kWh injecté (en c d'€)	10	10	6	6
Prime à l'investissement (€/kWc)	400	300	190	90

Bien que les frais de raccordement au réseau et de comptage sont moins élevés qu'en revente totale, cette solution a du mal à trouver sa place :

- Hier, car le prix de revient du kWh photovoltaïque produit était largement supérieur au prix du kWh acheté sur le réseau. Il n'y avait donc aucun intérêt à autoconsommer.
- Aujourd'hui, car le tarif d'achat du kWh injecté est peu incitatif (6 centimes d'euro), c'est pour l'instant inférieur au prix de revient du kWh produit (voir références ci dessous).

A retenir

Revente de surplus

Opter pour la revente de surplus peut avoir un intérêt si le volume de surplus injecté est faible.

■ Au sol ou sur toiture ?

Les installations d'autoconsommation peuvent se concevoir sur trois supports différents. L'objectif est de réduire au maximum le coût du kWh produit.

Sur toiture

C'est la solution la plus courante dans le domaine agricole. Encore faut-il avoir un bâtiment disponible et correctement orienté.

Investissement : 1 à 2 €/Wc selon puissance (1)

Prix de revient kWh solaire : 8 à 10 c d'€ (2)



Au sol

Si la réalisation de grosse ferme solaire (plusieurs MW) est très controversée sur les terres agricoles, celle de petite puissance est facile à envisager. Les panneaux sont installés sur des tables fixes ancrées au sol.

Investissement : 25 000 € pour 25 kWc (1)

Prix de revient kWh solaire : 6 à 7 c d'€ (2)

Sur tracker :

Les panneaux sont installés sur un mât orientable (orientation et inclinaison) qui suit la course du soleil. La production d'électricité est ainsi optimisée d'environ 15 à 20%.

Choix possible si vous n'avez ni toiture ni place au sol disponible.

Investissement : 50 000 € pour 23 kWc /120 m² (1)

Prix de revient kWh solaire : 10-12 c d'€/kWh (2)



(1) Plus la puissance de la centrale est faible, plus le prix/Wc est élevé.

(2) Prix de revient pour un calcul sur 20 ans

■ L'autoconsommation avec stockage

Le stockage sur batterie permet de valoriser les kWh non autoconsommé au moment de leur production. La technologie et le coût des batteries évoluent rapidement. Dans ce domaine, on peut distinguer :

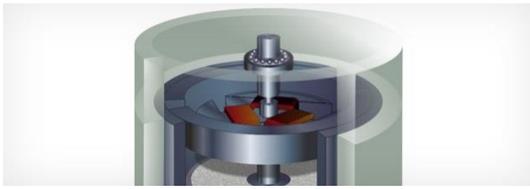


Les modèles lithium Ion :

Bien connu sur nos téléphones portables et les voitures électriques, elles se présentent pour le stockage solaire, sous la forme de modules à emboîter permettant une modulation de la puissance de 3 kW (particuliers) à 200 kW (professionnels). Leur durée de vie varie de 5 à 20 ans. Elles sont en général garanties 10 ans.

Leur limite : Elles ne permettent pas de stocker l'énergie de façon durable. Les kWh doivent être

consommés rapidement.



Les modèles à « stockage longue durée » :

Quelles soient à volant d'inertie ou à hydrogène, ce type de batterie permet de stocker l'excédent d'énergie produit l'été pour le restituer en hiver. Séduisante sur le principe, cette solution technologique n'est pas envisageable aujourd'hui (Coût trop important).



Le prix de revient du kWh stocké sur batterie est aujourd'hui plus élevé que le tarif du kWh acheté sur le réseau. La solution batterie n'est donc pas une solution rentable pour l'instant. Toutefois, il peut être judicieux de concevoir une installation évolutive permettant à terme d'intégrer un moyen de stockage.

A savoir

Le stockage virtuel

C'est un service qui pourrait se développer à terme via les fournisseurs d'énergie : les kWh non autoconsommés sont « stockés virtuellement » (injectés gratuitement) sur le réseau. L'équivalent est restitué au moment du besoin. Un seul fournisseur d'énergie verte propose ce service aujourd'hui.

Peut-on faire évoluer une installation de la revente totale vers l'autoconsommation ?

Les producteurs solaires photovoltaïques ayant souscrit un contrat de revente totale pourraient à terme se poser la question : Plus le prix du kWh acheté sur le réseau augmente, plus on peut être tenté d'autoconsommer sa production.

Casser un contrat de revente totale est une mauvaise idée puisque, depuis mai 2017, des pénalités seraient dues. Mais, si ce contrat limite la quantité maximum d'énergie à livrer, elle n'impose pas de minimum. Il est donc envisageable de détourner une partie de la production vers l'autoconsommation.

Techniquement, il suffit d'orienter la production d'un ou plusieurs onduleurs vers le tableau électrique de l'exploitation. Cette modification est fixe (on ne peut pas faire varier la quantité d'énergie déviée) et définitive.

Un courrier doit être adressé à EDF ou l'entreprise locale de distribution pour avertir de la transformation.

Le raccordement au réseau n'étant pas modifié, les frais de location de compteur resteront dus sur la base de la puissance initiale de l'installation (650 €/an pour 100 kWc).

Dimensionner la puissance de la centrale en autoconsommation

Pour que votre installation d'autoconsommation soit rentable, vous devez maximiser le nombre de kWh autoconsommés. Le bon dimensionnement de la centrale est primordial.

La puissance crête de la centrale solaire est limitée dans un premier temps par :

1. La puissance de votre abonnement : Cette puissance de soutirage doit être supérieure à celle de la centrale pour ne pas faire disjoncter votre compteur.
2. La surface de panneaux qu'il est possible d'implanter (souvent peu limitante en agricole)

Ensuite, elle dépend du fait que vous choisissiez l'option autoconsommation totale ou la revente de surplus.

Enfin, elle doit idéalement permettre d'atteindre un taux d'autoconsommation de 80%.

Taux d'autoconsommation (%)

***Somme des kWh solaires autoconsommés
divisée par la production totale de la centrale***

***Plus le ratio est élevé, plus l'installation est
rentable***

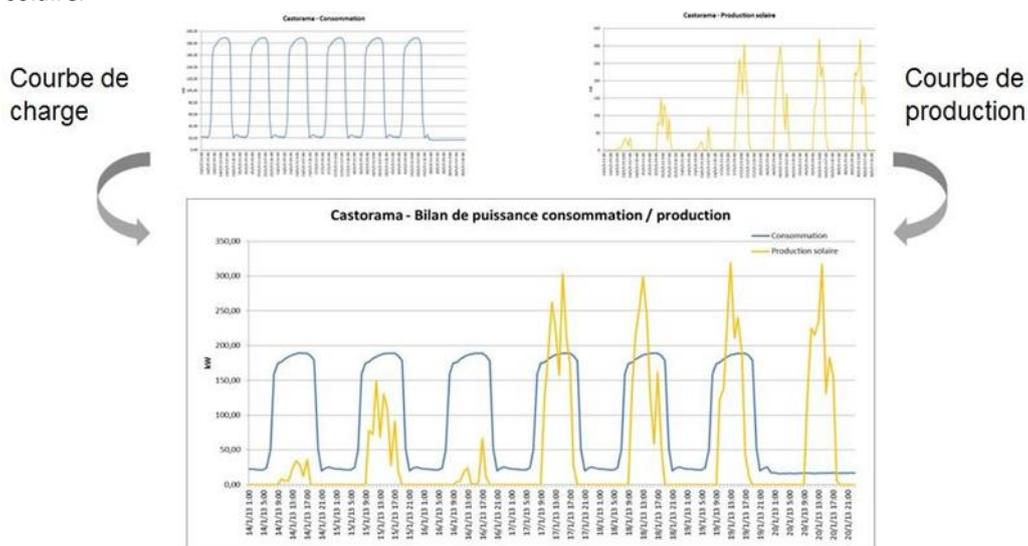
Pour dimensionner correctement une centrale, il faut connaître ses consommations de façon détaillées :

- Consommations journalières détaillées heure par heure
- Répartition intra journalières (jour/nuit),
- Différencier la consommation de base (appareils toujours actifs, en veille ou fonctionnant en continu, comme des groupes froids) des pics ponctuels (la traite, par exemple),
- Répartir cette consommation sur la saison.

Il y a trois solutions pour obtenir ce type d'information :

- Prendre en référence des profils type de consommation, à condition d'en trouver un cohérent avec votre cas personnel. A défaut, vous pouvez en recalcr un avec vos factures EDF.
- Si votre installation est équipée d'un compteur Linky, souscrire l'option « relevé toutes les 30 mn ».
- Poser des compteurs sur l'installation pour enregistrer vos consommations pendant un an en cas de conso irrégulière.

La démarche consiste ensuite à superposer votre courbe de consommation avec celle de production de la centrale solaire.



- Si vous cherchez à couvrir uniquement votre consommation minimum (consommation talon), le taux d'autoconsommation sera bon. Le système est rentable mais l'économie générée peut s'avérer faible.
- Si vous cherchez à couvrir les pics de puissance consommée, cela implique une centrale plus puissante. Le taux d'autoconsommation sera potentiellement moins favorable mais la rentabilité peut être présente malgré tout.

Un deuxième critère vous permet de mesurer l'économie réalisée : le taux d'autoproduction

$$\frac{\text{Somme des kWh autoconsommés}}{\text{votre consommation totale}}$$

Plus il est élevé, plus votre facture diminue

Pour dimensionner votre installation, vous pouvez utiliser le logiciel en ligne « **AutoCalSol** » mis à disposition par l'Institut national de l'énergie solaire.



A retenir

Les préalables à l'autoconsommation

Avant d'envisager une installation d'autoconsommation :

- Identifier les pistes d'économie d'énergie sur votre installation. Il ne serait pas rentable de surdimensionner votre centrale solaire si des économies sont envisageables à la base.
- Négocier votre contrat de fourniture d'énergie : le prix du kWh acheté sur le réseau est l'un de vos points de repères pour juger de la rentabilité de votre projet. Il doit être optimisé.

■ Les appels d'offre autoconsommation

Destiné aux gros consommateurs d'énergie, cette démarche d'appel d'offre mise en place par l'état concerne les installations dont la puissance est comprise entre 100 et 500 kWc.

Peu adaptés aux projets agricoles individuels.

■ L'autoconsommation collective

L'idée est de se regrouper pour autoconsommer : Un ou plusieurs producteurs partagent leur électricité avec un ou plusieurs consommateurs.

Cette autre démarche proposée par l'état nécessite de se regrouper au sein d'une personne morale et d'être proche géographiquement.

Le cadre réglementaire de ce type de projet est en train de se préciser. Ce type de projet devrait se démocratiser dans le futur.

Source des informations :

Note « Facture d'électricité : quelles perspectives ? » Côme Géroudet, CA 18, décembre 2018
Support de présentation « autoconsommation », salon régional solaire PV Région Centre 2018
Site internet www.photovoltaique.info

Contact : Sylvain DESEAU : 02 38 98 80 39 ou 06 86 40 98 16, sylvain.deseau@loiret.chambagri.fr