

L'autoconsommation photovoltaïque

Industrie – Tertiaire – Domestique

Clément Brossard – Le 21 Juin 2013

Solution intermédiaire entre l'autonomie complète et la revente totale de la production solaire, l'autoconsommation reste l'utilisation la plus vertueuse de l'énergie solaire photovoltaïque pour les infrastructures raccordées au réseau. L'installation de production est en effet conçue en adéquation avec la consommation du site, correspond ainsi à la volonté de produire et consommer localement.

Mis en avant sur le marché du photovoltaïque français comme la solution de demain, il existe néanmoins peu de projets concrets d'autoconsommation sur le territoire, notamment à l'échelle industrielle. Les avantages économiques (pour l'exploitant) de la revente totale en réinjection sur le réseau ont en effet largement occulté cette possibilité d'utilisation de la technologie photovoltaïque, présentant de nombreux avantages.

Nous vous présentons ici le retour d'expériences dont nous disposons, notamment d'un point de vue technique et acquis lors de projets à l'international. Certains pays n'ayant pas de politique de rachat des kilowattheures solaires, l'autoconsommation est la seule option possible pour les exploitants intéressés par l'installation d'une centrale photovoltaïque.

Le principe de fonctionnement de l'autoconsommation

Physiquement parlant, le principe de l'autoconsommation est en partie déjà réalisé par les centrales raccordées au réseau, puisque **le courant électrique prend toujours le chemin le plus court**. Ainsi sur les installations domestiques ou tertiaires, le courant solaire est consommé directement par les appareils les plus proches, également raccordés sur le réseau. L'éventuel surplus est renvoyé sur le réseau pour être consommé par la charge la plus proche, le bâtiment voisin par exemple. Le principe de réinjection avec revente totale est simplement économique, avec un système de rachat des kilowattheures produits. L'énergie produite passe ainsi d'abord par un compteur de production, pour le calcul de la revente, puis revient aussitôt par le compteur de consommation. L'intérêt économique de ce mode de raccordement réside ainsi dans la différence de tarif entre le kWh vendue (production) et le kWh acheté (consommation). Avant que ces tarifs ne soit égaux, ce que l'on nomme la « parité réseau », notamment avec un phénomène de hausse du prix de l'électricité consommée d'un côté, et la baisse des prix d'acquisition d'installations photovoltaïques, il reste ainsi aujourd'hui plus « rentable » de revendre sa production solaire.

L'autoconsommation photovoltaïque pure se différencie donc par le raccordement de la centrale sur le réseau interne de l'infrastructure, sans compteur de production. Physiquement parlant, le courant va également être consommé sur place. Mais le fait de ne pas avoir de compteur de production oblige ainsi d'éviter le surplus de production instantanée, impliquant une réinjection sur le réseau. Si aucun rachat de surplus n'est mis en place par le gestionnaire de réseau, l'énergie réinjectée sur le réseau gratuitement est donc considérée comme une perte.

Les centrales destinées à l'autoconsommation sont ainsi conçues en adéquation totale avec la charge du site, à l'opposé des centrales photovoltaïques destinées à la revente de production, où le dimensionnement consiste généralement à placer le maximum de puissance solaire, dans la limite de la surface de la toiture ou encore des différents seuils administratifs (tarifs de revente, obtention de crédit d'impôt...).

Par ce principe, l'autoconsommation prend tout son sens, au-delà des aspects de rentabilité économique pure, en suivant une démarche **d'intégration intelligente des énergies renouvelables aux infrastructures**. Ce mode de conception permet également une intégration plus aisée du solaire photovoltaïque au mix énergétique national, notamment en **diminuant l'impact sur l'équilibre de l'offre et de la demande des raccordements de centrales photovoltaïques au réseau public local**.

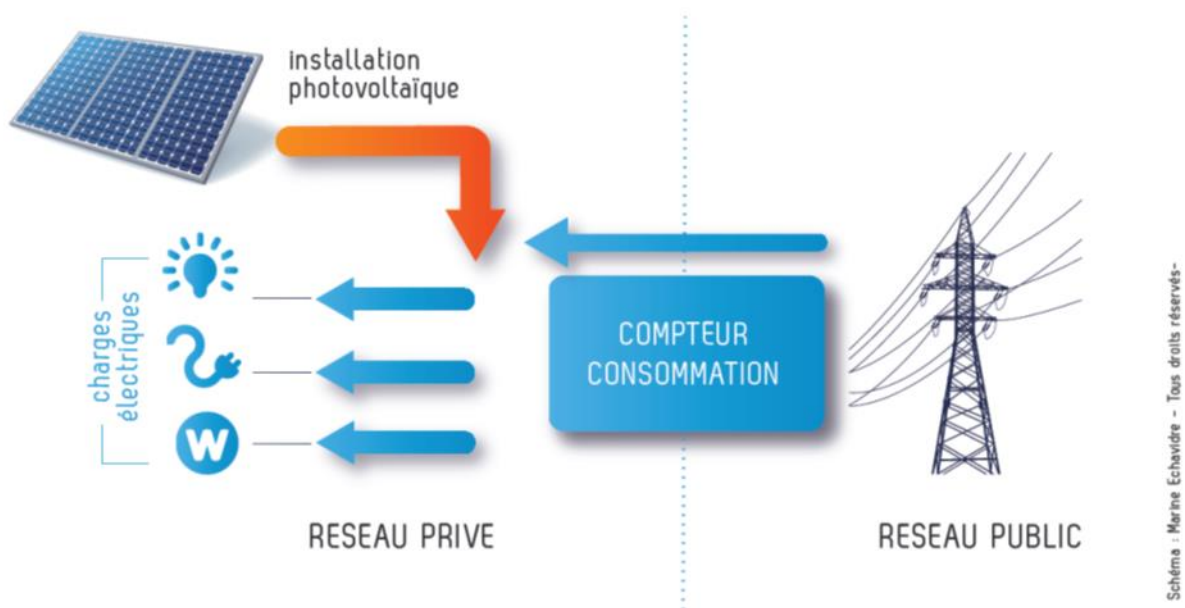
L'autoconsommation, à ne pas confondre avec :

- **Le Net Metering :** La centrale est raccordée coté propriétaire, sans tarif de rachat. Le surplus est autorisé et rémunéré au même tarif que le kWh acheté (parité réseau). Le Net Metering est utilisé dans les pays où il reste des compteurs mécaniques que l'on peut faire « tourner à l'envers » quand la production dépasse la consommation. Il est ainsi possible de produire en décalage avec la consommation sans conséquences économiques.
- **Le site isolé :** totalement hors réseau, les sites isolés sont en totale autonomie à l'aide notamment de stockage d'énergie (batteries). L'autoconsommation a quant à elle besoin du réseau. Attention donc à ceux qui vantent l'autonomie pour vendre l'autoconsommation...le client peut être facilement induit en erreur en pensant pouvoir se passer du fournisseur historique. A tort.

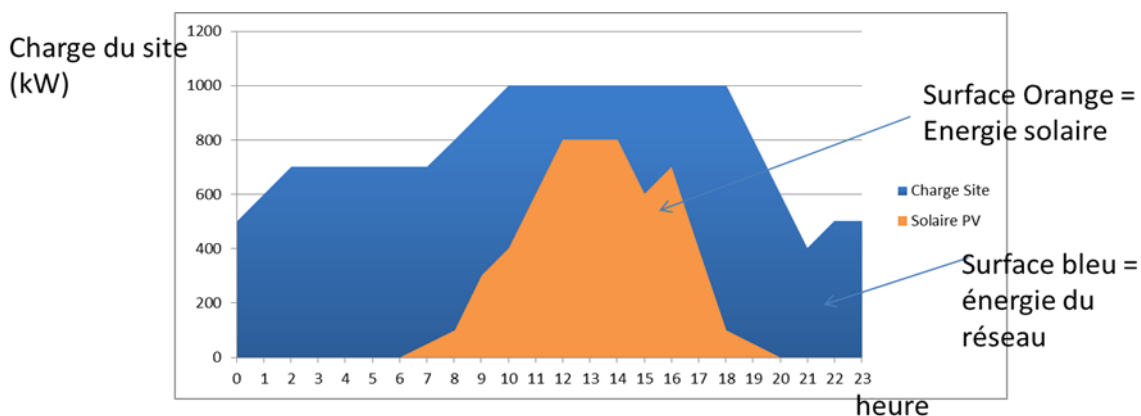


En résumé :

- La centrale photovoltaïque est raccordée sur le réseau électrique existant du site, coté propriétaire.
- La production solaire instantanée est **consommée directement**, par les appareils les plus proches du point de raccordement, sans réinjection sur le réseau public.
- Si la **puissance photovoltaïque instantanée est inférieure à la charge** : le complément de puissance est fourni par le réseau :



- Une partie de l'énergie quotidienne consommée provient ainsi de la centrale solaire.



Les avantages de l'autoconsommation

Les avantages de l'autoconsommation se retrouvent aussi bien coté producteur que gestionnaire du réseau public :

Conséquences directes pour l'exploitant :

- **Economie sur la facture du gestionnaire du réseau public** : diminution des kWh facturés.
- **Diminution de la consommation d'énergie réactive** : la centrale photovoltaïque permet de produire et de compenser l'énergie réactive, diminuant ainsi les pénalités du gestionnaire.
- **Réduction de la puissance de raccordement au réseau** : en journée, la centrale solaire peut absorber les pics de consommation.
- **Pas de frais de raccordement** et de lourdeurs administratives.
- **Visibilité et maîtrise des coûts à long termes** : une partie de la dépense énergétique globale du site devient indépendante du gestionnaire de réseau public (le coût du kWh solaire est fixé dans le temps par l'investissement initial).

Pour le gestionnaire de réseau :

- **Adéquation de la centrale à sa courbe de charge** : pas d'études de raccordement, pas de modifications de réseau public pour s'adapter.
- **Pas ou peu de réinjection photovoltaïque** : l'équilibre entre l'offre et la demande locale d'électricité n'est pas modifié.
- **Effacement de pics de charges en journée**

Un dimensionnement propre à l'autoconsommation

Tout l'enjeu du dimensionnement et de la conception d'une centrale solaire en autoconsommation consiste à maximiser le productible solaire, tout en évitant la réinjection sur le réseau.

On définit ainsi deux grandeurs utiles au dimensionnement :

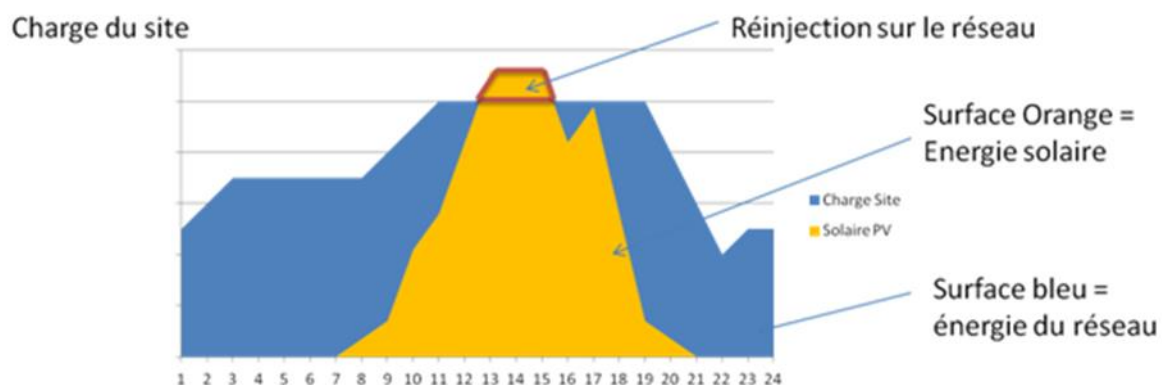
- **Le taux de pénétration solaire en énergie** (sur une période donnée) : c'est la proportion d'énergie solaire consommée par l'infrastructure sur l'énergie totale consommée.
- **Le taux d'autoconsommation** : c'est la proportion d'énergie solaire consommée par l'infrastructure sur le productible solaire total.

Exemple :

Un bâtiment tertiaire consomme 20 000 kWh par an.

Une centrale solaire en autoconsommation de 10 kWc est installée sur le site. Elle produit 10 000 kWh par an (à 1000 kWh/kWc/an).

Cependant, sur certaines journées de forte production solaire, une partie du productible a du être réinjectée sur le réseau, faute de charges directes sur site.



Sur le productible solaire totale de 10 000 kWh, on estime la réinjection sur le réseau à 3000 kWh.

L'énergie solaire réellement consommée sur place est donc de 7000 kWh. **Le taux d'autoconsommation est donc de 70 % (7000/10 000).**

Le taux de pénétration en énergie est de 35 % (7000/20 000)

L'objectif du dimensionnement est de maximiser ces deux valeurs. On pourrait ainsi être tenté de maximiser la puissance solaire pour augmenter le taux de pénétration en énergie, mais au risque de réinjecter sur le réseau et donc de faire baisser le taux d'autoconsommation...

Il y a ainsi 3 techniques possibles à mettre en œuvre :

- **Limiter la puissance photovoltaïque** pour que la courbe de production solaire reste toujours inférieure à la courbe de charge. C'est la solution la plus simple particulièrement adaptée aux charges importantes, notamment sur les sites industriels, laissant la possibilité d'installer de fortes puissances solaires sans risque de réinjection. Le taux d'autoconsommation est ainsi assuré d'être au plus haut (100%). Cependant, le taux de pénétration en énergie solaire reste limité (environ 20 %) et dépend de la forme de la courbe de charge.
- **Ajuster la courbe de charge** pour la faire coïncider avec la courbe de production solaire. Il est ainsi possible de décaler le démarrage de certaines charges en phase avec l'évolution de la puissance photovoltaïque. Cela permet ainsi d'augmenter la puissance PV tout en garantissant l'utilisation de la puissance solaire sur place.
- **Ajout de stockage** pour emmagasiner le surplus de puissance et le restituer lorsque la puissance solaire diminue. Cette solution permet d'atteindre les plus hauts taux de pénétration en énergie solaire, soit pratiquement 100 % en fonction des saisons (l'été en France par exemple), tout en évitant la réinjection. La solution peut-être combinée avec une gestion de la charge pour limiter la capacité de stockage et donc le coût d'acquisition du système.

Impact du raccordement électrique en autoconsommation :

Des précautions d'un point de vue raccordement électrique sont également à prévoir dans le cas de l'intégration d'une centrale solaire sur un réseau interne. En effet, l'étude de raccordement habituellement effectuée par le gestionnaire de réseau lors d'une demande de raccordement d'une centrale photovoltaïque en réinjection réseau, revient alors au propriétaire.

Les mêmes problématiques d'équilibre entre l'offre et la demande, mais à l'échelle du réseau local, doivent être alors abordées. **L'intégration d'une centrale photovoltaïque sur un réseau n'est donc pas anodine, notamment sur les puissances importantes.** Il convient donc de prendre des précautions d'un point de vue :

- **Plan de tension** : la centrale productrice est élévatrice de tension localement. En fonction des périodes, la variation locale de la tension doit être validée pour rester dans les normes et préserver le matériel. Elle dépend de l'écart de puissance possible entre la charge et la production et de l'impédance entre le point de raccordement et le transformateur.

- **Gestion d'énergie réactive** : en fonction des calculs de pénalités sur consommation d'énergie réactive et du facteur de puissance par le gestionnaire, il est nécessaire de bien gérer la production d'énergie réactive et le prévoir dès le dimensionnement.
- **Modification du courant de court-circuit** : l'ajout d'une source de production supplémentaire modifie le courant de court-circuit. Bien que négligeable face au courant de court-circuit du réseau, il faut valider la tenue des protections et conducteurs de l'installation électrique existante.
- **Stabilité du réseau en fréquence** : bien que le réseau possède une puissance de court-circuit très importante vis-à-vis de la puissance photovoltaïque, il faut valider la stabilité en régime dynamique, notamment lors de risques de pertes rapides de puissances solaires.

Il est donc primordial de valider ces points, notamment à l'aide d'une modélisation du réseau et du raccordement, en se basant sur différents scénarios, pour assurer le bon fonctionnement de la centrale et des charges avoisinantes.

L'autoconsommation photovoltaïque présente donc de réels avantages, mais mérite une attention toute particulière lors du dimensionnement et de la conception des installations.

Clément Brossard

Ingénieur Conseil **System Off Grid**