

Autoconsommation photovoltaïque

Synthèse, calculs de coins de tables et positionnements

Clément Brossard – Le 28 Mars 2014

SOMMAIRE

1. Principe et types d'applications	P.2
2. Les Techniques d'autoconsommation domestiques et tertiaires	P.4
a. Dimensionnement de la puissance crête	P.4
b. Régulation de la charge	P.4
c. Ajout de stockage électrique	P.5
d. Stockage thermique	P.6
3. Le dimensionnement et conception	P.7
4. La réalité économique : calculs de coins de tables	P.8
a. Avec stockage	P.9
b. Avec une régulation d'énergie	P.9
c. Conclusion calculs économiques	P.9
5. Limites et précautions	P.10
a. Pour les clients finaux	P.10
b. Pour les installateurs	P.11
6. Conclusion et positionnement de System Off Grid	P.11

1. Principe et types d'applications

Autoconsommation = consommation locale de l'électricité photovoltaïque produite.

D'un point de vue physique, l'autoconsommation ne présente aucune différence avec la revente totale. Les centrales sont dans les deux cas raccordées au réseau public et l'électricité prend toujours le chemin le plus court.

L'autoconsommation existe uniquement à travers le point de raccordement de cette centrale et son positionnement par rapport aux compteurs. Dans le cadre de l'autoconsommation, la centrale est raccordée sur le réseau côté propriétaire, donc en aval du compteur de consommation. La production est donc assimilée à une charge négative et vient diminuer la demande de puissance au réseau public. En ce sens cette technique permet alors de diminuer la consommation en provenance du réseau public et donc les factures associées.

On introduit ainsi la notion de « Taux de Couverture Solaire » ¹, qui représente la proportion d'énergie consommée en provenance du photovoltaïque sur la consommation totale. Cette valeur, associée aux énergies, est calculée sur une période : jour, mois, année. En valeur instantanée et donc relative aux puissances, on parlera alors de « Taux de Pénétration » : c'est la puissance instantanée photovoltaïque au point de raccordement sur la puissance de charge.

Cependant, la puissance photovoltaïque peut dépasser temporairement la puissance de charge. Sans adaptation, ce surplus est donc réinjecté sur le réseau public, avec ou sans valorisation financière en fonction du contrat avec le gestionnaire de réseau (revente de surplus ou net metering dans certains pays). Sans valorisation financière, ce surplus convient donc d'être limité. On introduit alors l'indicateur « Taux d'Autoconsommation », ratio de la production photovoltaïque consommée localement, sur la production totale. Ce ratio, également basé sur des flux énergétique, doit donc également être associé à une période.

L'enjeu principal de l'autoconsommation consistera donc à optimiser le taux de couverture, pour réduire la facture réseau, tout en favorisant un taux d'autoconsommation élevé, pour assurer la rentabilité de l'installation.

¹ le taux de Couverture Solaire peut également être nommé « Taux d'Autoproduction »

Il faut alors distinguer 4 types de projets : domestiques, tertiaires, industriels et communautaires.

Chaque typologie de projets a en effet des contraintes différentes :

- **Le domestique :** les profils de charge (consommation) des ménages ne sont pas en adéquation avec les profils solaires photovoltaïques. L'autoconsommation spontanée, c'est-à-dire sans adaptations particulières, d'une centrale de 3 kWc est en moyenne entre 20 et 40 %. Le principal enjeu technique dans le domestique concerne donc les flux d'énergie à optimiser. Le domestique présente également une forte variabilité de par l'importance du chauffage et de l'Eau Chaude Sanitaire électrique dans les consommations (environ 50 % de la consommation énergétique globale d'une habitation). La source d'énergie thermique a donc une grande influence sur l'autoconsommation.
- **Le tertiaire** (bureaux, hôtels, commerces, bâtiments publics etc...) : les consommations sont davantage diurnes et favorisent l'utilisation du solaire. En autoconsommation spontanée, les études menées en Allemagne démontrent une moyenne de taux d'autoconsommation entre 70 et 100 %. Quelques adaptations sur la GTB (Gestion Technique du Bâtiment) sont possibles et les enjeux sont également sur l'optimisation des flux énergétiques de production et consommation.
- **L'industrie :** les courbes de charges industrielles sont souvent assez élevées en termes de puissance, au vu des surfaces disponibles. Il en résulte des taux d'autoconsommation spontanés proche de 100 %, la courbe de production se situant généralement en dessous des courbes de charges. Les contraintes sont alors plutôt d'ordre électrique : point et tension de raccordement sur le réseau interne, influence sur le plan de tension, gestion du réactif etc... Les précautions techniques sont plutôt d'ordre à assurer la qualité du réseau électrique et maintenir la continuité de service que sur la régulation des flux énergétiques.
- **Projets Communautaires et Autoconsommation Partagée :** à l'échelle d'un quartier et entre plusieurs bâtiments, une ou plusieurs centrales photovoltaïques injectent sur un réseau dédié à la distribution sur chacun des bâtiments. Des lignes indépendantes peuvent être tirées et la production dirigée vers les bâtiments en fonction de la demande de chacun. Ce principe permet de partager la production sans surplus et sans stockage, avec une optimisation des surfaces disponibles et une gestion intelligente de direction des flux. Cette pratique nécessite une attention particulière sur les aspects administratif et juridique (passage des lignes, création de société pour vente d'énergie partagée etc...) mais permet d'atteindre une autoconsommation à 100 % sans recourt à des techniques complexes.

2. Les techniques Autoconsommation domestiques et tertiaires

Voici quelques techniques simples utilisables dans le cadre de l'autoconsommation, chacune avec ses avantages et limites techniques ou économiques. Chaque cas doit être étudié sur mesure, notamment dans le cadre du tertiaire où la mise en œuvre est difficilement standardisable.

a) Dimensionnement de la puissance crête

La technique la plus facile à mettre en œuvre : abaisser la puissance crête pour se placer en dessous de la courbe de charge du site. En domestique on peut facilement tomber en dessous de 500 Wc. Les micros-onduleurs permettent alors le raccordement de petites puissances au réseau alternatif.

Le taux d'autoconsommation est certes élevé (proche de 100 %) mais lorsque la courbe de consommation est axée sur la soirée en domestique par exemple, les taux de couverture sont très faibles :

AVANTAGES	LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> - Très bon taux d'autoconsommation à 80% en fonction des courbes de charges rencontrées - Faible Investissement - Conception et installation simple - Rentre dans le cadre de la RT 2012 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible Taux de couverture (entre 1 et 10% maximum) es (guide UTE C15-712-1) - Prix de l'onduleur au Wc élevé

b) Régulation de la charge

Mettre en adéquation le profil de consommation avec le profil solaire :
Certaines charges peuvent être décalées en domestique:

- Electroménager: lave-linge, sèche-linge, lave-vaisselle

On considère que ~10 % de la consommation est décalable (charges flexibles)

i. Mise en œuvre simplifiée :

- **Régulation manuelle:** l'utilisateur gère lui-même les allumages

Nécessite la présence de l'utilisateur et l'affichage de la puissance photovoltaïque et la puissance de consommation instantanée (inexistante sur les compteurs actuels). Possibilité d'ajouter un indicateur lumineux.

- **Régulation semi-automatique:** mise en place d'horloge pour décaler l'usage en journée.

ii. Mise en œuvre automatique :

1er STADE : pilotage de charge depuis un relais sur les onduleurs

En fonction de la puissance photovoltaïque, le relais s'ouvre ou se ferme pour ouvrir/fermer un circuit. Le circuit à piloter est libre de choix et monté sur un relais recevant le contact sec. Ce relais est intégré sur certains onduleurs (Kostal, Fronius...)

2ème STADE : Association de la DOMOTIQUE/GTB (Gestion Technique du Bâtiment) avec le photovoltaïque

- Régulation indépendante: exemples ABB, Schneider (Wiser). Programmation en KNX
- Ou associée à un fabricant d'onduleur: SMA Sunny Home Manager

Les prises de courant et les appareils sont contrôlés directement (sans fil ou filaires).

Prise de décision en fonction de :

- De la puissance PV
- Des programmes de l'utilisateur
- Des prévisions météorologiques (sur quelques systèmes seulement)

AVANTAGES	LIMITES
<ul style="list-style-type: none"> - Du bon sens et de la vertu - Possibilité d'atteindre 50% de taux d'autoconsommation à moindre coût - Une installation et une exploitation simplifiée - Aucun problème Normatif 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite l'attention de l'utilisateur : cela peut convenir à certains clients tout de même - Système pouvant être complexe à régler : exemple domotique complète. Prévoir les compétences spécifiques en interne. - Modification de TBT existant (limite de responsabilité)

c) Ajout de stockage électrique

De nombreuses armoires pré-câblées sont désormais proposées sur le marché du domestique et petit tertiaire avec du stockage batterie (plomb ou lithium). Ces systèmes offrent la possibilité de stocker le surplus de production solaire dans un parc batterie, pour être restitué lorsque l'ensoleillement diminue. Le service rendu également par ce type de système est également le secours en cas de coupures réseaux.

Techniquement l'offre doit être analysée avec précautions car une multitude de variantes existe :

Architecture électrique : couplage AC ? couplage DC ? rendement des convertisseurs ?

Technologies des batteries : plomb, lithium ? Capacité ? Profondeur de décharge ? Nombre de cycle possible ?

Qualité de la régulation de la charge et décharge

Le taux d'autoconsommation maximum théorique envisageable reste bloqué à 80 % car :

- Perte de rendement du convertisseur chargeur/onduleur: entre 80 et 95 % à la charge, entre 90 et 95 % à la décharge
- Perte de rendement intrinsèque à un cycle de batterie: 80 % pour une batterie plomb, 99 % pour Lithium
- Chutes de tension dans les câbles batteries : environ 2% (courant élevé pour faible tension)

Le rendement « stockage » se situe entre 0.56 (plomb et mauvais convertisseur) et 0.92 (lithium + bon convertisseur)

En tenant du fait que 30 % de la production solaire est consommé directement et ne subit donc pas le stockage, il faut appliquer le rendement stockage sur les 70 % restant.

Le taux d'autoconsommation global varie ainsi entre 69 % et 94,4 % en fonction de la qualité et la conception de l'installation. Les quelques retours d'expériences probants sur ce type de systèmes possèdent un taux d'autoconsommation d'environ 70 %

Attention également : la totalité du surplus photovoltaïque n'est pas forcément acceptable par le parc batterie qui dispose d'un courant de charge limité. Il est donc possible qu'une partie de la production soit dégradée, impactant également le taux d'autoconsommation à la baisse. Une fois de plus la vérification de la capacité du parc batterie est primordiale.

Batteries Plomb ou Lithium ?

Il est également nécessaire d'approfondir le bien fondé du choix de technologie lithium : bien que permettant un nombre de cycle plus élevé, des profondeurs de décharges plus importantes et un rendement accru, le surcoût du lithium implique un coût marginal du kWh restitué plus important que le Plomb sur leurs durées de vie respectives. Le Lithium reste donc à privilégier en cas de restriction de place disponible ou de poids.

AVANTAGES

- Augmentation du taux d'autoconsommation sans nécessité de régulation de la charge
- Possibilités de standardiser les offres techniques : le stockage aborde les disparités entre clients

LIMITES

- Pas à maturité technique
- Coût élevé
- Absence de normes techniques précises sur le stockage en résidentiel (guide UTE C15-712-3 pour mi 2014)
- Profusion de possibilités techniques (architectures, produits) amenant à la confusion
- Réglages délicats pour obtenir le bon fonctionnement
- Difficulté à prévoir la durée de vie des batteries
- Pas de garantie des constructeurs de batteries sur la durée de vie
- Rendement pouvant être très mauvais
- Maintenance et exploitation élevées
- Risque de mécontentement client élevé

d) Stockage Thermique

A mi-chemin entre le stockage et la régulation de charge, il y a le stockage thermique de la production photovoltaïque. La technique pourra faire bondir les aficionados du solaire thermique, mais cette technique reste pleine de bon sens. Elle permet en effet :

- Une modification de la courbe de charge d'un bâtiment, sans altération du confort de l'utilisateur
- Un stockage dans le temps du surplus grâce à l'inertie thermique

C'est donc une voie d'excellence technique et économique à privilégier dès qu'un bâtiment existant ou en développement le permet. La notion d'heure creuse de nuit pour le réseau pourrait ainsi se transformer en heure creuse solaire !

Il existe aujourd'hui deux procédés distincts pour le stockage thermique du photovoltaïque :

- **Contrôle de l'allumage du chauffe-eau sur détection de surplus photovoltaïque** : utilisant une architecture photovoltaïque classique avec onduleur de connexion réseau. C'est le principe du produit IMMERSUN qui permet en fonction des types de résistance, de contrôler la puissance de manière progressive et adaptée au surplus disponible.
- **Résistance de Chauffe-Eau en courant continu avec alimentation directe depuis le champ photovoltaïque** : le concept est encore plus radical, la puissance photovoltaïque est directement transformée en chaleur. Sans passage par le réseau et sans conversion, le rendement électrique est important. La société REFUSOL vient de sortir un produit récemment : le PV HEATER.

Cette dernière solution vient directement concurrencer le solaire thermique, solution historique pour l'eau chaude sanitaire. Mais la forte chute des prix des modules photovoltaïques conduit à reconsidérer le principe avec davantage d'attention, notamment d'un point de vue économique et de facilité d'installation et d'entretien. La notion de rendement surfacique, aussi en faveur du thermique, n'est également pas suffisante puisque la surface des toitures permet généralement la puissance photovoltaïque nécessaire. Rappelons qu'en solaire photovoltaïque, nous n'achetons pas des m² de modules, mais bien des Watt Crêtes. Enfin l'installation des capteurs photovoltaïques en toiture, ainsi que le câblage électrique, restent en effet beaucoup moins contraignants à l'installation et à l'usage, et les gains de coûts à l'installation doivent être comptabilisés.

3. Le dimensionnement et conception

Sur le raccordé réseau, les facteurs dimensionnant d'une centrale photovoltaïque sont réduits : elle se résume à la surface disponible pour produire un maximum, modulo la capacité d'accueil du réseau électrique.

En Autoconsommation, la prise en compte des surfaces est essentielle, mais il faut également tenir compte des consommations avec notamment les profils de charge au pas horaire, voire à la minute dans certains cas. La fréquentation des bâtiments a également son importance : une consommation pratiquement nulle le week-end dans le cas de bureaux par exemple, affectera fortement le taux d'autoconsommation sur l'année.

Une pré-étude approfondie est donc nécessaire avec :

- **La modélisation des profils de charge en cas de projet de construction** : pas horaire, différences entre chaque jour de la semaine, effets saisonniers et thermo sensibilités
- **Mesure et enregistrements électriques** en cas de sites existants
- **Etude de scénarios sur les techniques disponibles** : régulation de charges, stockage, lien avec la thermique (ex : ballon eau chaude).
- **Pour chaque scénario** : analyse des coûts, des taux d'autoconsommation, des taux de couverture
- **Choix du système en fonction des contraintes de l'utilisateur** : rentabilité, taux de couverture etc...

De cette manière il est possible de modéliser les taux de couverture et taux d'autoconsommation des projets, mais avec un degré d'incertitude dont il faut être conscient : **en réinjection pure, l'incertitude est sur l'irradiation modulo la performance du système (maîtrisable et quantifiable), alors qu'en autoconsommation le degré d'incertitude sur la consommation du site vient s'ajouter.** On retombe alors sur des problématiques bien connues en sites isolés, notamment sur le besoin de maîtriser, ou au moins mesurer les consommations en fonctionnement pour valider la performance du système.

Lors de la conception, un gros travail d'optimisation technico-économique de la solution technique à mettre en œuvre est également important, en analysant comparativement les surcoûts et le niveau d'impact sur le taux d'autoconsommation. Comme dit ci-dessous, la meilleure solution économique n'étant pas forcément celle présentant le meilleur niveau d'autoconsommation.

4. La réalité économique : calculs de coins de tables

Avec l'autoconsommation, il est très facile de faire parler les chiffres comme on veut le faire entendre. L'argument principal utilisé est par exemple la notion de parité réseau, qui consiste à comparer le coût du kWh réseau, à celui du kWh solaire ramené sur 20 ans. Le photovoltaïque étant un investissement initial important et disposant par la suite d'un carburant gratuit sur son exploitation, le kWh solaire est donc calculé en tenant compte de l'ensemble des coûts sur la durée d'exploitation (investissement et maintenance) sur le productible total sur cette même durée. La durée de référence a donc son importance dans le calcul et celle-ci est fixée à 20 ans, en accord avec la plupart des garanties des modules photovoltaïques. Certaines entreprises, en confiance avec leurs installations peuvent cependant effectuer leur calcul en se basant sur 25 voire 30 années d'exploitation assurée, ce qui fait descendre le coût du kWh solaire (appelé LCOE dans le jargon, Levelised Cost of Energy).

Ce coût du kWh solaire sur 20 ans varie en fonction des types d'installations, qu'elles soient domestique, en toiture ou au sol, les investissements ramenés au Wc n'étant pas les mêmes ainsi que de l'irradiation et donc de la localisation. Il est aujourd'hui sur le marché résidentiel français aux alentours de 0.16 €/kWh.

Ce kWh solaire reste donc aujourd'hui supérieur au kWh du réseau électrique, mais la parité réseau sur ce modèle est prévue d'ici 2015 en France.

Dans le cadre de l'autoconsommation, il convient donc de garder à l'esprit que ce calcul doit être corrélé avec :

- **La non valorisation de 100 % de la production** : la production valorisable dans le calcul du kWh solaire sur 20 ans est le productible théorique d'une utilisation à pleine performance multiplié par le taux d'autoconsommation, retranscrivant le fonctionnement réel du système complet.
- **Le surcoût à l'investissement** lié aux techniques à employer pour optimiser le taux d'autoconsommation. Il peut également y avoir un surcoût à l'exploitation, notamment avec les systèmes sur batteries (entretien, changement de batteries)

Les calculs sont donc primordiaux et les meilleurs modèles économiques ne sont pas forcément ceux qui découlent d'un taux d'autoconsommation élevé, si le surcoût pour y parvenir n'est pas rentable.

Prenons l'exemple du domestique, avec la comparaison d'un système utilisant une simple régulation de charge, à celui avec stockage complet de l'énergie.

a) Avec Stockage

Hypothèses :

- Système de 3kWc avec Stockage Plomb
- Capacité Plomb : pouvoir stocker 70 % d'une journée de production d'été en France, soit environ 12 kWh (3 kWc x 5 heures @ 1000W/m² x Ratio de performance de 0,8). Avec un taux de décharge de 50 %, un parc batterie de 24 kWh minimum est nécessaire.
- Investissement : compter environ 16 000 € TTC minimum avec installation
- Changement de batterie : 2 changements sur 20 ans (3000 x 2)

Total sur 20 ans : 22 000 € TTC

- Productible Moyen : 1200 kWh/kWc/an, soit 72 000 kWh sur 20 ans (hors vieillissement module)
- Taux d'autoconsommation moyen : 70 %

kWh Valorisés (économie sur la facture) : 50 400 kWh sur 20 ans

Le coût du kWh valorisé sur 20 ans dans ce cadre est donc de 0.44 €/kWh.

b) Avec une régulation d'énergie

Hypothèses :

- Installation Photovoltaïque de 3 kWc
- Régulation de charge : exemple allumage du ballon d'eau chaude, allumages de charges ponctuelles
- **Investissement** : 12 000 € pour l'installation 3 kWc + 1000 € de régulation = **13 000 € TTC**

Total sur 20 ans : 13 000 € TTC (maintenance réduite)

- Productible Moyen : 1200 kWh/kWc/an, soit 72 000 kWh sur 20 ans (hors vieillissement module)
- Taux d'autoconsommation moyen : 50 %

kWh Valorisés (économie sur la facture) : 36 000 kWh sur 20 ans

Le coût du kWh valorisé sur 20 ans est d'environ 0,36 €/kWh sur ce cas.

c) Conclusion calculs économiques

Ces calculs restent des estimations générales, les hypothèses peuvent varier en fonction des régions (ensoleillement), des évolutions des prix et de la prise en compte des différentes taxes (TVA) et imposition. Les estimations permettent cependant :

- De démontrer que le coût du kWh « Système complet » est bien différent du coût du kWh « photovoltaïque » uniquement. Au vu des évolutions actuelles des tarifs du réseau public, l'année de « parité » réelle n'est donc pas si proche.
- La rentabilité économique ne dépend pas uniquement de l'optimisation du taux d'autoconsommation, mais également du surcoût occasionné pour y parvenir. La simplicité technique et donc financière doit être priorisée.
- La rentabilité économique des systèmes avec stockage n'est pas en adéquation avec le volume d'offres techniques packagées arrivant sur le marché, notamment du particulier. Le contenu technique (capacité et types de batteries, qualité de la régulation, rendement des convertisseurs) et les arguments économiques de vente de ces systèmes doivent donc être analysés avec prudence.

Autres avantages financiers :

Pour les projets industriels et gros tertiaires, un intérêt pour la réduction de pénalités dues au cos phi (facteur de puissance) est également envisageable avec l'autoconsommation, les onduleurs photovoltaïques étant en mesure de produire du réactif (à prévoir dès la conception).

5. Limites et précautions

L'autoconsommation a du bon, elle a cependant ses limites et des précautions et analyses doivent être menées en amont par les différents acteurs d'un projet :

a) Pour les clients finaux :

Avec l'autoconsommation, il est possible de manipuler les chiffres et la technique simplement. Voici un panel de ce que nous pouvons observer dans certains argumentaires commerciaux sur le sujet :

- **Confusion entre « autonomie » et « taux de couverture » :** le réseau sera toujours nécessaire et le mot « autonomie » n'a pas sa place dans le cadre de l'autoconsommation. Même en exprimant une « part d'autonomie de XX % ». L'autonomie est soit totale (exemple site isolé) ou alors on parle de taux de couverture solaire (exemple 20 % de ma consommation sur l'année provient du solaire photovoltaïque).
- **D'un point de vue économique :** nous l'avons vu ci-dessus, l'argument de la parité réseau et du coût du kWh solaire doit être utilisé à bon escient en tenant compte du fonctionnement réel des systèmes...
- **L'opacité technique et économique du stockage :** le solaire photovoltaïque n'est toujours pas une technologie « démocratisée » dans son fonctionnement et souffre d'un manque d'informations et de pédagogie. Ajoutons des batteries dans le système, avec leurs complexités et opacités dans leur fonctionnement, et les pistes sont brouillées. Exemple : la capacité des batteries annoncée ne tient généralement pas compte des profondeurs de décharge acceptable pour garantir une durée de vie normale du parc. Avec une profondeur maximum de 50 %, la capacité annoncée en kWh peut déjà être divisée par deux pour obtenir la capacité utilisable. L'influence sur la fiabilité et la durabilité du système n'est pas des moindres. L'ajout des batteries complexifie également la transparence économique du fonctionnement du système auprès des particuliers. La durée de vie, liée aux nombres et profondeurs de cycles est également difficilement prévisible sans un minimum d'étude : les remplacements de parc batteries sont-ils provisionnés à la vente ?
- **La sécurité :** l'installation de parcs batteries et leurs maintenance doit être menée avec précautions. Elle est de fait très contraignante voire incompatible avec le milieu domestique. Il est donc nécessaire d'attendre la sortie du guide UTE C15 712-3 et la formation des installateurs pour garantir la sécurité des installations.
- **Perdre de vue la performance énergétique globale :** l'autoconsommation, bien qu'ayant un impact sur la facture d'énergie, reste un moyen de production. Il est avant tout nécessaire d'optimiser et réduire la consommation du site avant d'investir dans l'installation d'un système de production.

b) **Pour les installateurs :**

- **Nécessité d'être formés** pour la conception, pose et maintenance : une attention particulière à l'étude d'avant-projet et aux mesures de consommations doit être portée afin de réduire l'incertitude sur le fonctionnement en exploitation. Egalement lorsque le stockage est choisi, l'installation et la maintenance du parc doivent être provisionnées et réalisées avec soins.
- **Absence de référentiel normatif** : le guide UTE C15-712-3 est prévu pour l'été 2014. Dans l'attente, il est préconisé de proposer des installations simples et axées sur la régulation des flux, par exemple avec l'allumage de ballons d'eau chaude électrique.
- **Absence de garantie des fabricants de batterie** : la garantie sur les batteries est généralement une garantie produit. Un défaut de performance est difficilement soutenable auprès du fabricant. La performance et la durée de vie d'une batterie dépendent en effet du dimensionnement et de l'utilisation réelle. En ce sens, sans monitoring complet du système, comment prouver que le défaut de performance ou la mort prématurée d'une batterie provient d'un défaut de fabrication ? Ce problème est par exemple bien connu sur le marché du site isolé.
- **Garantie des performances à l'exploitation** : la performance ne dépend plus seulement du système photovoltaïque mais également de l'utilisateur : ses consommations, son profil de charge etc.... Il existe donc une incertitude sur les consommations au stade du dimensionnement, mais également en exploitation. Or le profil de consommation a un impact sur les performances du système, notamment en terme de taux d'autoconsommation. Le degré d'engagements contractuels de l'entreprise est donc à considérer avec prudence.

6. Conclusion et positionnement de System Off Grid

L'autoconsommation est remplie de bon sens : il s'agit désormais de maximiser le taux d'utilisation au plus près de la production, à l'opposé de la revente totale consistant à produire un maximum et sans préoccupations des investisseurs sur l'utilisation de la production.

En ce sens, c'est une aubaine pour le développement du photovoltaïque car cette volonté d'autoconsommer réduit progressivement sa principale contrainte : son impact sur le réseau. Si elle ne réduit cependant pas le phénomène d'intermittence (hors stockage), elle peut ainsi limiter l'influence sur l'équilibre du réseau puisque dans sa conception et fonctionnement, un kilowatt solaire trouvera à chaque instant un kilowatt de charge sans être transporté sur de longues distances.

Cependant, cette aubaine pour le marché doit être contrôlée car les dangers sont réels :

- Multiplicité de l'offre stockage packagée pour particulier: parce qu'elle donne l'illusion de s'adapter à tous les cas et donc de se passer d'étude (le stockage absorbe le comportement réel de l'utilisateur), cette solution permet de standardiser une offre techniquement alors que l'autoconsommation doit être menée sur mesure. Ces offres, généralement coûteuses et peu rentables, présentent un risque élevé d'insatisfaction clients, de problèmes de sécurité et donc de dégradation de l'image du photovoltaïque. De plus d'un point de vue global, il est peu judicieux de stocker individuellement des surplus quand ils peuvent être consommés par le voisin. Le stockage doit donc être utilisé avec parcimonie et à plus grande échelle : bâtiment tertiaire, quartier etc...

- Non utilisation du potentiel de toiture : l'autoconsommation favorise l'installation de petites puissances photovoltaïques dans le but de ne pas réinjecter. Or des toitures bien exposées et disposant d'une surface pouvant satisfaire un ensemble de bâtiments aux alentours ne seront ainsi pas utilisées à leurs meilleurs potentiels.

Au vu des multiplicités de scénarios techniques envisageables, de leurs limites et dangers, une concertation avec l'ensemble des acteurs de la filière et le gestionnaire de réseau est indispensable pour ne pas reproduire les erreurs du passé.

La principale interrogation reste l'échelle d'intégration du photovoltaïque au réseau électrique : des habitations, d'un quartier, d'une ville, d'un territoire ?

Nous avons en effet l'impression que dans l'histoire du photovoltaïque français, aucune étude n'a approfondie ces différents scénarios en tenant compte des profils de consommation, de l'architecture des réseaux existants et des spécificités de chaque région en terme de ressources renouvelables.

A ce titre, les centrales photovoltaïques à l'échelle des postes transformateurs, pour les quartiers, seraient beaucoup plus judicieuses en terme de conception, installation, gestion et entretien, notamment si elles comportent du stockage. L'autoconsommation communautaire, avec échange d'énergies entre bâtiments semble également une voie de développement intéressante et peut-être verrons-nous un jour des « Réseaux Energies Renouvelables » locaux côtoyer le réseau public de source centralisée, avec une double arrivée d'énergie dans les infrastructures : une prise bleu et une prise verte....

Clément Brossard