



# La commande du photovoltaïque pour un GRD

**Surveillance et régulation des installations photovoltaïques** | Pour assurer un réseau stable, les gestionnaires sont en droit de limiter la production des installations photovoltaïques privées. Pour ce faire, elles peuvent être connectées au centre de conduite du gestionnaire de réseau. Cela pose des défis du point de vue de la sécurité, car le centre doit pouvoir faire confiance aux données échangées.

MARC-ANDRÉ KOLLY, ADRIEN DE GOTTRAU

**L**a mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 se traduira par une augmentation massive de la puissance installée des installations photovoltaïques en Suisse. Actuellement, plus de 6 GW de puissance maximale sont installés et environ 1,5 à 2 GW sont ajoutés chaque année [1]. D'ici le milieu du siècle, la Suisse devrait avoir installé une capacité de pointe de 40 à 50 GW d'énergie photovoltaïque.

Cependant, la charge maximale atteignable par tous les consommateurs suisses se développera moins

rapidement. Elle représente actuellement environ 10 GW. Comment la Suisse devrait-elle combler cette différence pour éviter les coupures de courant dues à une surcharge de production ? Ce problème est familier à tous les gestionnaires de réseau de distribution, car ils doivent garantir la stabilité du réseau.

BKW Power Grid a reconnu cette problématique très tôt, car de plus en plus de clients souhaitent raccorder leurs installations solaires à leur réseau. Les installations de grande taille (plusieurs

centaines de kW pic) sont particulièrement critiques, du fait qu'elles ont un impact majeur sur le réseau local. BKW Power Grid était à la recherche d'un concept permettant de mieux surveiller ces grandes installations solaires et de pouvoir directement contrôler leur puissance réactive et active depuis leur centre de conduite.

## Problématique

En tant que gestionnaire de réseau de distribution, BKW Power Grid est responsable de la stabilité du réseau. En

Suisse, les gestionnaires de réseau sont en droit de réduire la production d'installations de production d'énergie externes, telles que les installations photovoltaïques, pour des raisons de sécurité du réseau. Cette autorisation intervient dans les cas suivants :

- Menace potentielle à un fonctionnement sûr du système
- Goulets d'étranglement ou risque de surcharge sur le réseau
- Danger de formation d'un réseau insulaire
- Mise en danger de la stabilité statique ou dynamique du réseau
- Augmentation dangereuse de la fréquence
- Resynchronisation de sous-réseaux

Afin d'utiliser cette autorisation et d'appliquer les valeurs cibles, ces systèmes doivent être connectés au centre de conduite de l'opérateur de réseau. Cela est compliqué en termes de sécurité informatique, car la plupart des centrales sont en mains privées. Physiquement, il n'y a généralement pas de connexion directe entre l'installation de production et le centre de conduite. Ce chemin direct doit donc être créé et garantir sûreté et fiabilité. De plus, certaines interfaces (pare-feu ou DMZ) doivent également être installées pour rendre plus difficile un accès trop direct aux serveurs du centre de conduite. Le thème de la cybersécurité est donc central pour ce type d'application, tout comme la fiabilité pour assurer un fonctionnement continu.

La solution doit également être capable de s'adapter aux différents enregistreurs de données des systèmes photovoltaïques. Ce qui n'est pas facile, les fabricants utilisant souvent des protocoles et des paramètres de communication différents. Même si des protocoles courants tels que Modbus sont utilisés, l'implémentation exacte du protocole peut varier d'un appareil à l'autre. Cela rend la configuration plus difficile, car l'utilisation d'un même protocole n'est pas suffisante pour une interopérabilité sans faille.

### Solution technique

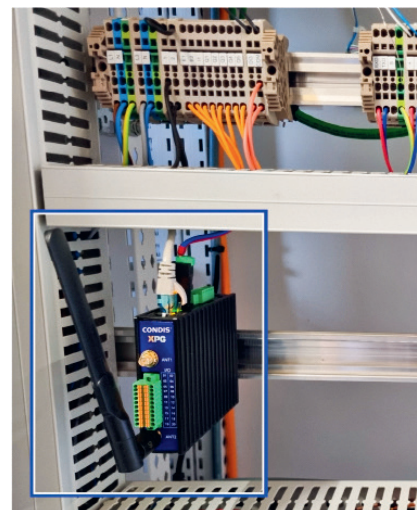
Génériquement sur ce type de grandes installations, les différents panneaux solaires sont connectés à un onduleur, qui injecte l'électricité directement dans le réseau. Pour la surveillance et le contrôle local de l'installation et de l'onduleur, un enregistreur de données

(Data Logger) est également monté sur site et souvent connecté à Internet. Le propriétaire peut ainsi surveiller et contrôler son système (généralement via un portail Web). On peut imaginer que le gestionnaire de réseau pourrait également contrôler ces installations photovoltaïques par cette voie, mais cela est moins réaliste pour les raisons suivantes :

- Il n'existe pas d'accès direct au système pour le gestionnaire de réseau
- Le cryptage de la connexion est impossible (accès Internet non sécurisé)
- La gestion des droits est compliquée (quelle commande a la priorité ?)

Pour répondre à ces problématiques, Condis supporte BKW Power Grid avec une solution qui relève efficacement ces différents défis. Une passerelle de communication XPG au format PC industriel compact est installée chez le producteur et connectée à l'enregistreur de données de l'installation solaire via un câble LAN (Local Area Network) (**Figure 1**). XPG échange en continu les différents points de donnée par Modbus avec l'installation photovoltaïque. En pratique, la configuration de la connexion aux différents enregistreurs de données ne s'est pas toujours déroulée sans heurts, car chaque fabricant a sa propre implémentation des points de données et de leur adressage. Depuis le début du projet, la plupart des enregistreurs de données du marché ont été connectés à des passerelles XPG et les particularités des différents modèles sont désormais connues.

Les points de données échangés avec l'installation solaire sont ensuite convertis selon le protocole IEC 60870-5-104 (qui est le standard actuel pour les échanges avec les centres de conduite des réseaux), puis transmis au travers d'un canal VPN sécurisé et crypté sur le réseau cellulaire 4G. À l'autre extrémité du canal VPN, un gestionnaire de trafic hébergé dans un cloud est utilisé pour créer et gérer ces tunnels VPN individuels vers les passerelles XPG des installations solaires. L'échange avec l'infrastructure BKW Power Grid (**Figure 2**) est quant à lui concentré dans un seul canal VPN. Ceci permet de segmenter le système et de simplifier le processus d'installation en ne modifiant pas la configuration vers le centre de conduite lors d'ajouts de nouvelles installations solaires.



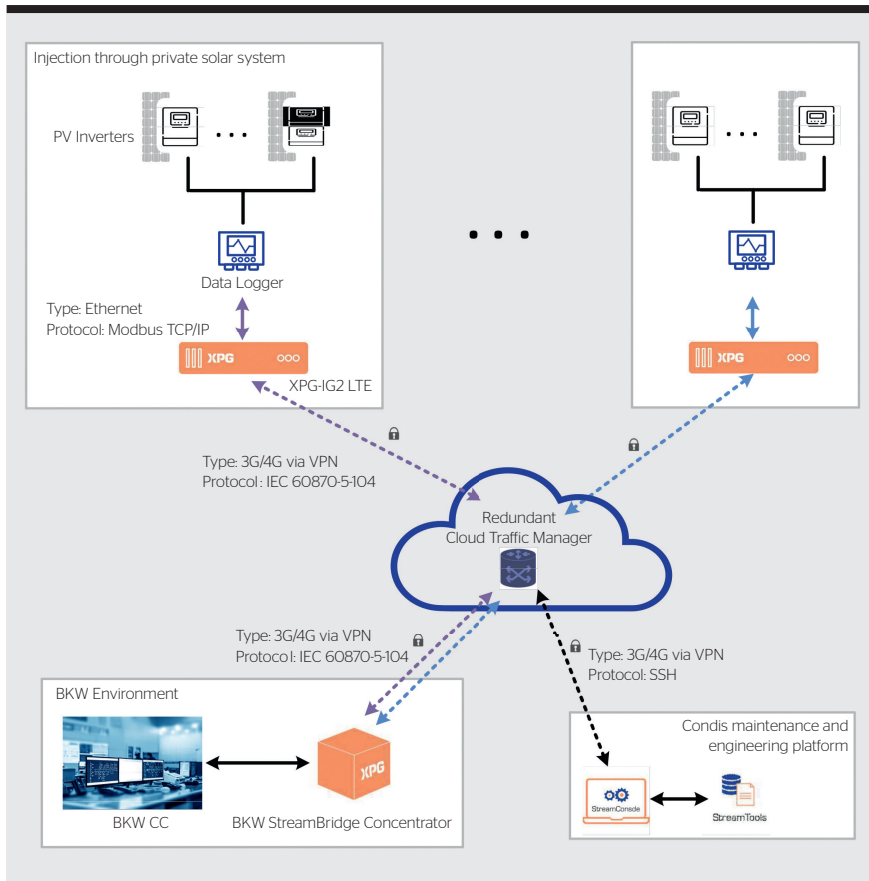
**Figure 1** Passerelle XPG dans une armoire.

Une passerelle de communication XPG, cette fois au format virtuel, a été installée dans l'infrastructure de BKW Power Grid et fonctionne comme concentrateur de données. Elle collecte et regroupe tous les points des différentes installations, disposant d'une seule interface avec le système de commande BKW Power Grid.

Au sens figuré, le système peut être imaginé comme suit : les passerelles individuelles sont connectées à l'environnement centralisé dans le cloud via un « câble » qui passe dans un tunnel VPN. Les « câbles » individuels des différentes installations sont ensuite regroupés dans un seul tunnel VPN pour être connectés au concentrateur de données, qui lui fusionne les « câbles ». Finalement, le concentrateur échange les données dans un seul « câble » avec le centre de conduite du réseau de BKW.

Les différentes passerelles XPG installées chez les producteurs ainsi que le concentrateur de données peuvent être gérés et entretenus à distance, également au travers de VPN. À cette fin, une plateforme de configuration et de maintenance est utilisée.

Cette architecture, qui peut sembler complexe de prime abord, a été pensée pour optimiser les processus de mise en service et de maintenance. Elle permet de limiter les perturbations au centre de conduite. Elle permet également une distribution des rôles et responsabilités claire entre les différents intervenants de BKW Power Grid et de Condis. Et finalement, elle permet de mettre en place des bonnes pratiques



**Figure 2** Schéma de l'infrastructure. Par souci de simplicité, la redondance mise en œuvre n'est pas indiquée.

qui contribuent à la cyber sécurité, laquelle est cruciale dans ce cas où un GRD pilote des installations chez de multiples propriétaires tiers. Au niveau cyber sécurité, la solution XPG répond également à des standards élevés et dispose de fonctions ou caractéristiques comme le cryptage, l'accès sécurisé, la limitation de la surface d'attaque, le blocage d'interfaces, ... Ce qui en fait une solution adéquate pour un déploiement sur le terrain.

### Enseignements

En l'espace d'un an, BKW Power Grid a raccordé à son centre de conduite 27 des 100 installations envisagées initialement. Le déploiement se déroule plus lentement que prévu. La raison principale réside dans la coordination nécessaire entre les participants aux projets. Pour simplifier ce problème, BKW Power Grid a défini un processus standardisé. Il décrit toutes les spécifications pour le propriétaire de l'installation et l'installateur afin de réussir la mise en service.

### Raccordement standardisé d'installations photovoltaïques

Afin d'accélérer le raccordement des systèmes, BKW Power Grid a publié une brochure qui explique les différentes variantes de raccordement et leurs effets [2]. Le fonctionnement est optimal lorsque la passerelle XPG peut transmettre à la fois les valeurs de production et les valeurs mesurées au point de connexion. Pour ce type de raccordement, lorsqu'une limitation de la production est nécessaire, une valeur de consigne est spécifiée au point de raccordement. L'exploitant de l'installation a la possibilité d'augmenter sa consommation interne afin de réduire l'injection. Il peut s'agir, par exemple, de batteries ou de consommations supplémentaires. Sans mesure au point de connexion, le propriétaire du système doit réduire la production de son système, indépendamment de sa propre consommation.

BKW Power Grid connaît en tout temps la quantité d'électricité produite par l'installation, autant la partie active

que réactive de la puissance (La puissance active peut être comprise entre 0% et 100% de la puissance maximale injectable dans le réseau, et la puissance réactive entre un  $\cos\phi$  de 0,9 de sous-excitation à 0,9 de surexcitation). Si la tension augmente trop, les opérateurs du centre de conduite peuvent réduire la production des systèmes photovoltaïques connectés en conséquence. Une solution est en cours de développement pour envoyer automatiquement un e-mail au propriétaire de l'installation lorsqu'une consigne est transmise.

### Estimation de la production

Étant donné que le système de contrôle connaît la production exacte de chaque système, il peut également mieux estimer la production d'énergie solaire totale dans le réseau. On peut supposer que l'efficacité des différents systèmes photovoltaïques dans une région est à peu près la même (Les conditions d'ensoleillement sont localement relativement stables). En connaissant la puissance de pointe et l'emplacement de chaque installation solaire, le système de contrôle peut mieux estimer la production solaire à proximité des grandes installations. Cela permet d'obtenir une image plus précise du flux d'énergie dans le réseau de distribution en temps réel.

### Prochaines étapes

L'accent est maintenant mis sur le déploiement des appareils XPG afin que les 100 installations prévues puissent être raccordées le plus rapidement possible au centre de conduite de BKW. Cela permettra d'avoir une meilleure image de la production solaire actuelle et de mieux éviter d'éventuels black-out en cas de surproduction solaire sur le réseau.

#### Références

- [1] [www.energieschweiz.ch/news/strategie-solarbildung](http://www.energieschweiz.ch/news/strategie-solarbildung)
- [2] [www.bkw.ch/fileadmin/user\\_upload/03\\_Energie/03\\_04\\_Stromnetz/Netzanschluss/Faktenblatt\\_Anschlussvarianten\\_EEA.pdf](http://www.bkw.ch/fileadmin/user_upload/03_Energie/03_04_Stromnetz/Netzanschluss/Faktenblatt_Anschlussvarianten_EEA.pdf)

#### Auteurs

**Marc-André Kolly** est ingénieur de conduite du réseau chez BKW Power Grid.  
→ BKW Power Grid SA, 3013 Berne  
→ marc-andre.kolly@bkw.ch

**Adrien de Gottrau** est représentant des ventes chez Condis SA.  
→ Condis SA, 1728 Rossens  
→ adegottrau@condis.ch