



Production décentralisée – stockage décentralisé

La production électrique en Suisse est en mutation. Les anciens clients de la production électrique centralisée, les clients finaux, deviennent à leur tour des producteurs électriques locaux et stockent également l'électricité pour leurs propres besoins. De plus en plus de petites centrales, surtout des installations photovoltaïques, s'ajoutent aujourd'hui à la production centralisée des grosses centrales. La production électrique à partir des nouvelles sources d'énergie renouvelable n'est pas constante et difficilement planifiable. Cette situation inhabituelle réserve des difficultés aux gestionnaires du réseau.

Sur le plan technique, le problème peut être facilement contourné en couplant un accumulateur local à la production électrique décentralisée. L'énergie ainsi stockée peut être utilisée par un gestionnaire de réseau mais aussi à d'autres fins. La rentabilité de ces accumulateurs dépend notamment des fonctions qu'ils peuvent assumer.

Se pose ainsi la question de la manière dont les systèmes de stockage décentralisés peuvent être au mieux exploités et à quelles fins. La SATW a mandaté le Power Systems Laboratory de l'ETH Zurich pour y trouver réponse.

Les exemples d'application pour les accumulateurs locaux sont nombreux: ceux-ci peuvent ainsi éviter une extension onéreuse du réseau de distribution, que ce soit dans les régions densément peuplées ou pour alimenter des maisons isolées. Sur le plan technique, les accumulateurs décentralisés conviennent non seulement pour l'alimentation personnelle mais aussi pour la compensation rapide de la puissance, c'est-à-dire pour la mise à disposition de services-système, la résolution des problèmes de congestion locale du réseau ainsi que pour la régulation de la tension et de la fréquence, la réduction des pics de demande et de production et donc une meilleure intégration des installations photovoltaïques.

Nouvelle relation entre les clients finaux et les gestionnaires de réseau

Avantages pour les clients finaux

Les clients finaux installent des accumulateurs essentiellement pour exploiter eux-mêmes un maximum de leur électricité photovoltaïque ou pour réduire les frais d'utilisation du réseau et les taxes. Une batterie et un contrôle approprié de la consommation dans le foyer permettent d'utiliser sa production électrique même en soirée ou la nuit. La batterie du client final peut en

principe aussi être rechargée à partir du réseau. Le client possède ainsi à long terme un potentiel d'économie double: il doit se procurer moins d'énergie du réseau et la batterie l'aide à atténuer les pics de puissance, ce qui lui permet d'avoir une ligne de raccordement électrique plus faible pour la maison.

Les tarifs de réseau actuels appliqués aux clients finaux uniquement pour l'énergie ne sont pas optimaux dans ce cas de figure. Si un grand nombre de clients évitent les redevances en installant des systèmes de batteries, celles des autres clients devraient augmenter car les coûts d'infrastructure du réseau à charge du gestionnaire restent au moins identiques. Par conséquent, les frais d'utilisation du réseau par kilowattheure fourni devraient sans cesse augmenter.

Différence par rapport au stockage centralisé – accumulation par pompage

L'accumulation par pompage est le principal mode de stockage centralisé en Suisse. Le rendement des systèmes de batteries et d'accumulation par pompage (80 à 90 %, calculés sur le cycle complet, donc stockage et restitution d'énergie) sont aujourd'hui similaires. Toutefois, les deux systèmes sont raccordés à des niveaux différents du réseau électrique – l'accumulation par pompage à la très haute tension (niveau de réseau 1) et les accumulateurs décentralisés comme les batteries à la basse tension (niveau de réseau 7).

La longue chaîne de transport et de conversion du courant entre les deux niveaux induit une perte de jusqu'à 22 % d'électricité. Il faut donc choisir le système de stockage opérant au même niveau de réseau que la production électrique: l'accumulation par pompage pour le stockage provisoire d'importation/exportation de courant et les accumulateurs pour le stockage provisoire de courant produit par des installations décentralisées comme le photovoltaïque.

Les coûts de la capacité de performance disponible sont comparables pour les deux systèmes (en coûts par MW_e). Pour la capacité d'énergie disponible (en coûts par MW_e), par contre, les systèmes d'accumulation par pompage sont env. 80 fois moins chers que les grosses batteries. Pour voir les prix diminuer, il faudra attendre de nouvelles technologies de batterie, ce à quoi s'attendent les ingénieurs du monde entier.

Nouveaux tarifs

La solution passe par des tarifs dynamiques incitant le client final à mettre ses accumulateurs au service du réseau. Par ailleurs, des règlements de réseau devraient faciliter la mise à disposition de batteries décentralisées pour les prestations du réseau. Il faudrait également réfléchir à la location de capacité de batterie sous forme de stockage local – soit par le prestataire, soit directement par le gestionnaire du réseau.

Les batteries au service du réseau

Le contrôle du flux d'énergie de la batterie dans le réseau est au cœur des discussions. Utilisées de façon optimale, les batteries constituent un potentiel de flexibilité énorme pour le réseau. Mais une commande de batteries optimisée uniquement pour le client final/producteur pourrait aussi engendrer des surcharges du réseau. Les systèmes de batteries doivent donc être configurés pour profiter tant au client final/producteur qu'au gestionnaire de réseau. Si un grand nombre de clients finaux optaient pour le stockage de leur propre production, les gestionnaires devraient adapter leurs modes de fonctionnement.

Avantages des accumulateurs pour les gestionnaires de réseau

Les accumulateurs, un modèle économique intéressant pour les gestionnaires de réseau

Les variations du réseau électrique doivent être immédiatement compensées. Pour ce faire, les centrales à accumulation réservées à cet usage fournissent la puissance de réglage nécessaire. Les accumulateurs présentent l'avantage d'être mieux adaptés pour fournir rapidement la puissance de réglage précise sous forme de puissance du système. Ils peuvent ainsi soulager d'autres centrales et libérer leur capacité pour une production d'énergie mieux adaptée au marché de l'électricité.

Différents gestionnaires de réseau suisses étudient déjà l'utilisation de batteries plus grandes pour la distribution afin de stabiliser la tension du réseau au niveau local et sa fréquence au niveau global. Une des premières batteries européennes à fournir de manière régulière la puissance de réglage primaire est installée en Suisse. Le Japon, la Chine et les USA ont pour leur part déjà des batteries plus grosses d'une capacité de stockage jusqu'à 40 MWh pour le fonctionnement du réseau. Cette solution améliore la flexibilité du système et stabilise davantage le réseau, ce qui permet, par exemple aux USA, d'attribuer une prime de flexibilité et d'accélérer l'amortissement des batteries.

Des batteries parfois plus intéressantes qu'une extension du réseau

Le besoin d'extension du réseau de distribution est motivé par les pics de demande et les pics de production des énergies renouvelables, donc de courtes surcharges du réseau. Pour lisser ces pics, il faut des batteries réagissant rapidement. Les accumulateurs locaux peuvent être une alternative techniquement intéressante et concurrentielle à l'extension classique du réseau, surtout dans les régions à coûts de réseau élevés. Dans des cas extrêmes et avec une production locale, ils s'avèreront bien plus économiques qu'un raccordement au réseau en raison de la chute des coûts de stockage.

Trois scénarios typiques

- Dans une zone de desserte à densité de charge élevée (centres urbains), l'extension du réseau est souvent laborieuse, longue et donc chère. Les accumulateurs peuvent être utilisés rapidement et avec souplesse pour supprimer les pics (tampon des charges de pointe).
- Dans une zone de desserte à faible densité de charge (régions rurales, montagnardes), l'extension du réseau peut aussi coûter cher sur de longs tronçons. Ici aussi, les batteries sont la solution pour supprimer les pics (tampon des charges de pointe et des pics de photovoltaïque). Le stockage local du courant répond à la volonté d'autonomie du client par rapport au réseau électrique et à la production centralisée de courant.
- Même dans une zone à densité de charge plus modérée (quartiers résidentiels et grands villages), les batteries peuvent être intéressantes pour supprimer les pics et remplacer une extension de réseau nécessaire suite à la croissance de la commune ou de sa consommation électrique ou en cas de multiplication des installations photovoltaïques.

«Stocker l'énergie» en influençant la demande

Dans le réseau électrique, la production d'énergie doit toujours être alignée sur la consommation, soit en contrôlant l'injection soit en influençant la demande et donc la charge du réseau. En Suisse, cette gestion de la charge passe essentiellement par le contrôle actif des charges thermiques comme les pompes à chaleur et les chauffe-eau. Le potentiel est immense: la puissance des pompes à chaleur installées en Suisse se compte en gigawatts. Les systèmes de batteries reliés au réseau ne représentent encore que quelques mégawatts, soit 100 fois moins, même si ce chiffre augmente rapidement. La gestion de la charge peut donc être une solution importante pour la mise à disposition de la capacité de stockage décentralisée et la flexibilité du réseau en Suisse.

Résumé / conclusion

- Pour le client final, les batteries qu'il installe lui-même sont intéressantes, car il peut ainsi utiliser l'électricité produite même lorsque le soleil ne brille pas tout en économisant des redevances d'utilisation du réseau et des taxes.
- Les accumulateurs sont utiles tant pour le client final équipé d'une installation photovoltaïque que pour le gestionnaire du réseau à condition qu'ils puissent être exploitées «au profit du réseau» par le gestionnaire.
- De nouveaux modèles tarifaires sont indispensables pour continuer à répartir équitablement les coûts d'infrastructure du gestionnaire de réseau.
- Grâce à leur flexibilité (puissance de réglage très rapide), les systèmes d'accumulateurs peuvent compléter idéalement les centrales à accumulation existantes et remédier aux situations de consommation défavorables.
- Les systèmes de batteries sont intéressants pour les gestionnaires de réseau si une extension classique du réseau est impossible ou très chère, par exemple dans les régions rurales à faible densité de charge ou les centres urbains à forte densité de charge.
- En cas de longue chaîne de transport et de conversion, les pertes sont énormes. Il faut donc choisir le système de stockage opérant au même niveau de réseau que la production électrique: l'accumulation par pompage pour le stockage provisoire d'importation/exportation de courant et les accumulateurs pour le stockage provisoire de courant produit par des installations décentralisées comme le photovoltaïque.

Etudes de la SATW sur la transition énergétique

Dans sa volonté d'alimenter une discussion objective sur la politique énergétique de la Suisse, la SATW a publié en été 2014 une première étude intitulée «Le système électrique prévu en Suisse pour la mise en place de la Stratégie énergétique 2050 est-il approprié d'un point de vue technique?». La deuxième étude, «Die Rolle von dezentralen Speichern für die Bewältigung der Energiewende» (Le rôle de systèmes de stockage décentralisés pour la réalisation de la transition énergétique), à présent terminée, complète les conclusions de la première étude. Pour cette étude, la SATW a demandé au Power Systems Laboratory de l'ETH Zurich comment et où utiliser intelligemment les systèmes de stockage décentralisés. Cette étude s'est spécialement intéressée aux systèmes de batteries, la technologie de stockage la plus flexible à moyen terme pour le niveau de distribution. Le présent document expose les principales conclusions de l'étude.

www.satw.ch

Auteurs: Theodor Borsche et Andreas Ulbig (ETH Power Systems Lab) ainsi que Willy Gehrler et Rolf Hügli (SATW)
© SATW | septembre 2016

Académie suisse des sciences techniques SATW
Gerbergasse 5 | 8001 Zurich | 044 226 50 11 | info@satw.ch | www.satw.ch

L'image présente un élément Leclanché. Cette batterie, brevetée en 1866, est l'ancêtre des batteries modernes.

Source: Leçons de Physique; Éditions Vuibert et Nony

