

L'INDUSTRIE STABILISE LE RESEAU ELECTRIQUE

La mise à disposition d'énergie de réglage par les exploitations industrielles, infrastructures et les foyers a fait l'objet de recherches intenses au cours des dernières années et a été testée dans le cadre de différents projets pilotes, de démonstration et de projets phares. Ces travaux portent aujourd'hui leurs fruits : les producteurs de ciment, fabricants de papier, les installations d'incinération des déchets et même les hôpitaux mettent de l'énergie de réglage à disposition pour la stabilisation du réseau électrique et obtiennent ainsi des revenus supplémentaires. Le marché ouvert aux nouveaux acteurs est avantageux pour les clients du réseau.



Le dispatcher du centre de contrôle de Swissgrid à Laufenburg peut exiger de l'énergie de réglage par téléphone en cas de besoin. Photo : Swissgrid

En principe, toutes les installations qui génèrent ou consomment du courant électrique en grandes quantités, peuvent mettre de l'énergie de réglage à disposition, c'est-à-dire une forme d'énergie dont la Société nationale de gestion du réseau Swissgrid a besoin pour maintenir l'équilibre du réseau. Auparavant, l'énergie de réglage était mise à disposition uniquement par les grandes centrales hydrauliques et nucléaires. Toutefois, les exploitations industrielles, infrastructures et même quelques foyers peuvent mettre de l'énergie de réglage à disposition en prenant des mesures adaptées. Au cours des dernières années, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a financé plusieurs projets de recherche ayant pour objectif de découvrir et d'exploiter ce potentiel en sommeil. Ce faisant, des scientifiques ont analysé dans la pratique la mise à disposition de l'énergie de réglage par des installations d'incinération des déchets (UVTD), des stations d'épuration, des systèmes d'approvisionnement en eau, des entrepôts frigorifiques, des installations de biogaz ou des pompes à chaleur. En principe, la question centrale était la même pour tous les projets : les mesures techniques et organisationnelles nécessaires pour que de telles installations alimentent une puissance électrique avec un bref temps de réaction sur le réseau ou pour qu'elles utilisent l'électricité du réseau dès que Swissgrid a besoin d'énergie de réglage pour la stabilisation du réseau (cf. p.6). Pour cela, l'acceptation des exploitants vis-à-vis des interventions dans leur exploitation et une grande attention aux questions de sécurité sont indispensables.

De nouveaux acteurs mettent de l'énergie de réglage à disposition

Les connaissances acquises dans le cadre de ces projets portent aujourd'hui leurs fruits : « Depuis environ deux ans, plusieurs entreprises apparaissent activement sur le marché sur lequel différents fournisseurs rassemblent l'énergie de réglage pour la proposer à Swissgrid », affirme Christoph Imboden, professeur en innovation de produits et directeur du groupe de recherche Économie énergétique à l'École supérieure de Lucerne (HSLU), « un marché plus vaste est en train de se former dans l'approvisionnement énergétique suisse. » Environ une douzaine de UVTD mettent de l'énergie de réglage à disposition en renonçant pour un bref instant (minutes ou heures) à la production de chaleur par la combustion des déchets (cela permet de réduire temporairement l'alimentation électrique dans le réseau : énergie de réglage *néгатif*). L'industrie du ciment (comme la Jura-Cement-Fabriken AG) ou les usines de papier (comme la Perlen Papier AG) fournissent de l'énergie de réglage en stoppant provisoirement les sous-processus à forte intensité énergétique (cela réduit la

consommation énergétique à partir du réseau : énergie de réglage *positif*).

Les installations industrielles contribuent ainsi à la stabilisation du réseau électrique. Ce faisant, chaque installation a ses limites : une usine de ciment peut stopper le broyage mais pas le processus principal. Une installation de biogaz peut suspendre la production d'électricité mais uniquement jusqu'à ce que l'accumulateur de gaz soit plein. Quant à elle, une aciérie n'est absolument pas adaptée pour la mise à disposition d'énergie de réglage lorsque l'exploitation des installations de production ne permet pas une commande flexible.

Les installations industrielles s'associent

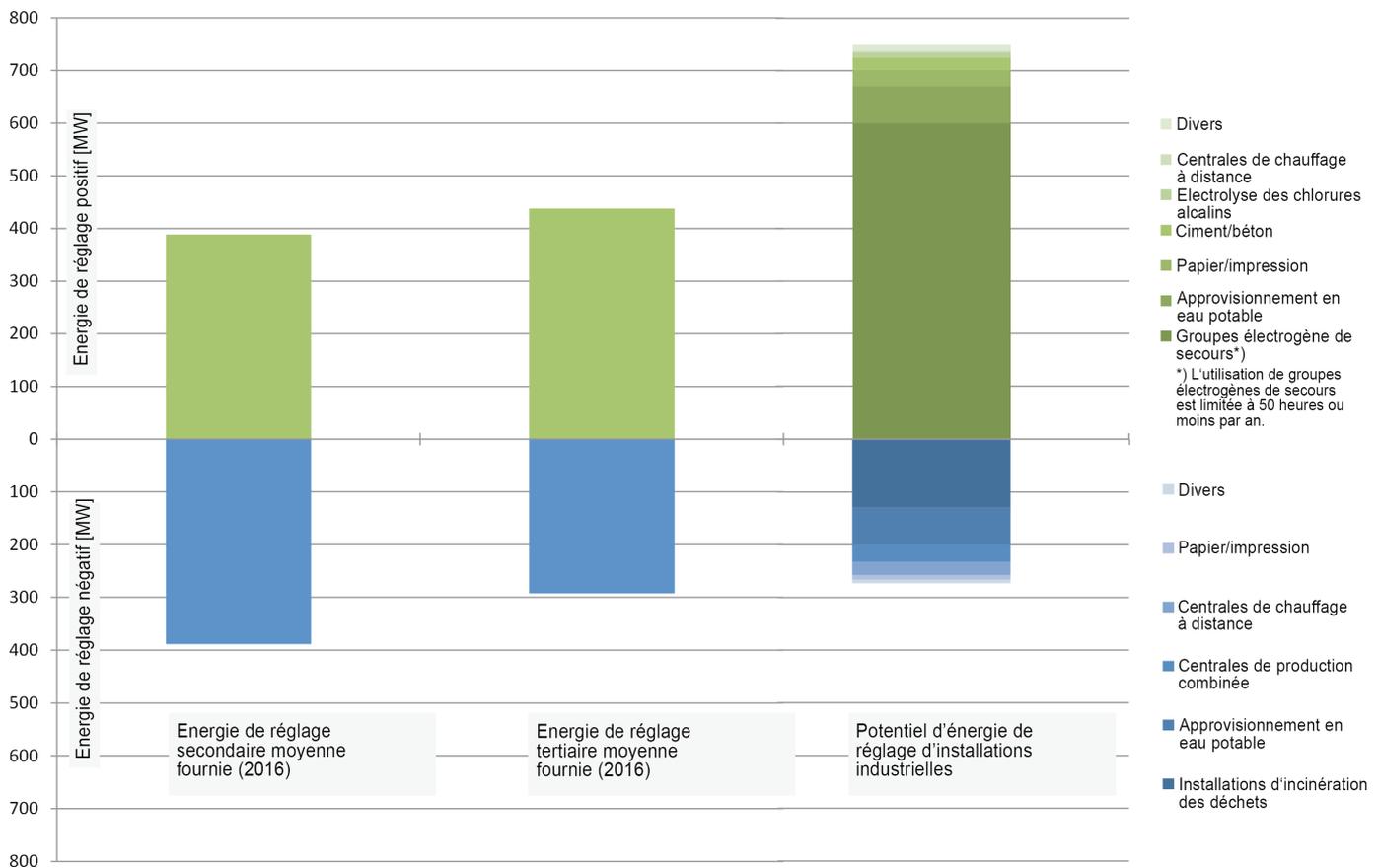
Lorsqu'une centrale de pompage dans les Alpes augmente ou réduit sa production électrique, une énergie de réglage de plusieurs centaines de Mégawatts peut être mise à disposition. Les puissances que peuvent apporter une station



Dans une étude, Christoph Imboden, professeur en innovation des produits à l'École supérieure de Lucerne a évalué les installations industrielles susceptibles de proposer de l'énergie de réglage de manière rentable. Photo : Martin Vogel

d'épuration, une centrale d'approvisionnement en eau potable, une usine de ciment ou de papier sont nettement plus faibles. C'est pourquoi plusieurs installations se regroupent. Si un groupe fournit plus de 5 MW d'énergie de réglage, il peut participer aux ventes Swissgrid par le biais de laquelle la société nationale pour la gestion du réseau achète l'énergie de réglage auprès du fournisseur le plus avantageux.

Pour quelles exploitations industrielles est-il rentable d'intégrer un groupe d'énergie de réglage ? Christoph Imboden a examiné cette question avec une équipe de la HSLU. Les chercheurs ont repéré les exploitations industrielles capables d'assurer une organisation assez flexible pour être en mesure de réserver une énergie de réglage d'au moins 300 kW par jour ou par semaine de manière économique pour pouvoir la fournir à Swissgrid en cas de besoin. Les scientifiques ont identifié neuf branches dans lesquelles sommeille un potentiel d'énergie de réglage d'au moins 740 MW (énergie



Avec une approche ascendante (Bottom-up), des chercheurs de l'École supérieure de Lucerne ont évalué le potentiel commercialement utilisable d'énergie de réglage d'installations industrielles. Ce potentiel se compose d'énergie de réglage secondaire et d'énergie de réglage tertiaire. Les deux colonnes de gauche indiquent les besoins de Swissgrid en énergie de réglage secondaire et tertiaire en 2016 pour la comparaison. L'approche ascendante signifie que l'estimation ne doit pas s'entendre comme une conclusion mais que les branches citées et d'autres cachent probablement un potentiel plus grand. Graphique : Imboden/HSLU

de réglage positif), respectivement de 270 MW (énergie de réglage négatif) (cf. graphique). « Si ce potentiel était exploité, l'industrie serait en mesure de couvrir une partie considérable des besoins suisses en énergie de réglage », affirme Imboden.

Dans leur analyse, les chercheurs lucernois incluent toutes les installations industrielles qui ont de bonnes chances d'agir sur le marché de l'énergie de réglage de manière profitable. Les installations avec des puissances égales ou inférieures à 100 kW lors de l'évaluation du potentiel ne sont pas prises en considération. Ici, les chercheurs sont sceptiques quant à l'évaluation des perspectives actuelles du marché : « Concernant les installations présentant une puissance plus faible, il est de plus en plus difficile d'atteindre un *business case* intéressant pour les exploitants d'installations avec les prix actuels du marché », affirme Imboden.

Des stations d'épuration sur le marché de l'énergie de réglage

En 2013 déjà, une étude de l'Association InfraWatt, un réseau d'experts dans l'utilisation de l'énergie des infrastructures, cofinancée par l'OFEN, avait découvert un grand potentiel pour l'énergie de réglage auprès des stations d'épuration et d'approvisionnement en eau potable UVTD. Concernant l'énergie de réglage négatif pendant une heure, la valeur est aujourd'hui de 233 MW et même de 290 MW en 2050 et de 140 MW (aujourd'hui) respectivement 198 MW (2050) pour l'énergie de réglage positif. Concernant les infrastructures, il faut tenir compte du fait que la sécurité d'approvisionnement de l'eau et le respect des prescriptions relatives à la protection des eaux sont absolument prioritaires chez les STEP.

Sur la base de l'étude du potentiel, InfraWatt 2014 a lancé le projet phare de l'OFEN « Pooling de réglage avec infra-



L'installation d'épuration des eaux usées (STEP) Morgental à Steinach (SG) fait partie du groupe d'énergie de réglage Alpiq. La centrale de chauffage à distance (photo à gauche) de la STEP produit de l'énergie électrique à partir du gaz de digestion. Lors Swissgrid a besoin d'énergie de réglage négatif, la puissance de la centrale de chauffage à distance est réduite pour quelques minutes ou heures. Photo : STEP Morgental



structures (réseaux d'approvisionnement en eau potable et installations d'épuration des eaux usées) » pour analyser plus en détail les possibilités d'utilisation concrètes. En plus d'InfraWatt, la société Ryser Ingenieure AG (spécialiste de la gestion des eaux urbaines) et le fournisseur d'énergie Alpiq AG (en tant qu'exploitant de groupe de réglage) ont participé. Le projet terminé en 2017 indique qu'un groupe de quatre stations d'épuration fournissant du gaz de digestion avec des centrales de cogénération peuvent, ensemble, mettre une énergie de réglage négatif d'environ 1 MW à disposition. Les centrales de cogénération sont restreintes en cas de besoin pour décharger le réseau. Sur ce point, le groupe des stations d'épuration est remarquable car il ne propose pas d'énergie de réglage *tertiaire* (comme d'autres installations industrielles) mais de l'énergie de réglage *secondaire* qui permet d'obtenir des rendements nettement plus élevés.

Le commerce de l'énergie de réglage secondaire

Quiconque souhaite intégrer le marché avec de l'énergie de réglage secondaire doit pouvoir proposer la même quantité d'énergie de réglage positif et négatif. Pour y parvenir, les stations d'épuration (énergie de réglage négatif) sont regroupées avec des centrales hydroélectriques d'Alpiq. « Cette

constellation nous permet d'obtenir la puissance de 5 MW exigée par Swissgrid et nous sommes en mesure de proposer le même volume d'énergie de réglage positif et négatif », affirme Andreas Hurni, directeur du département énergie chez Ryser Ingenieure AG. « Avec ce groupe, nous avons réussi la pré-qualification Swissgrid en novembre 2016 et démontré qu'il fonctionne sur le plan technique. Nous participons aux ventes Swissgrid depuis le printemps 2017 avec ce groupe. »

Jusqu'à présent, la participation des stations d'épuration du groupe Alpiq est relativement faible. Mais cela pourrait changer à l'avenir : ensemble, toutes les centrales de cogénération des stations d'épuration suisses pourraient mettre une énergie de réglage (négatif) d'environ 13 à 15 MW à disposition. Le nombre de stations d'épuration associées à la fin reste à voir. Pour chaque installation (c'est-à-dire les installations à partir d'environ 100 kW de flexibilité disponible), les rendements issus de la mise à disposition d'énergie de réglage sont relativement faibles avec quelques milliers jusqu'à 10.000 Fr. De plus, les stations d'épuration particulièrement grandes



Le producteur d'énergie Michael Müller de la Öko-Energie Riethof GmbH à Eschlikon (TG) contribue au groupe d'énergie de réglage de Fleco Power avec une installation de biogaz et une installation photovoltaïque. Photo Fleco Power AG

préfèrent vendre leur gaz de digestion en tant que biogaz plutôt que de l'utiliser dans les centrales de cogénération. Les centrales de chauffage à distance existantes dans les stations d'épuration pourraient toutefois intervenir dans la mise à disposition d'énergie de réglage tertiaire et seraient ainsi adaptées pour un partenariat avec un groupe d'énergie de réglage, souligne Hurni. Il prend la STEP Werdhölzli de Zurich pour exemple : bien que la station d'épuration traite la majeure partie de son gaz de digestion et l'alimente dans le réseau de gaz naturel, une partie du gaz de digestion est encore réservée à la centrale de cogénération. Dans un avenir proche, la centrale pourra également réserver de l'énergie de réglage tertiaire.

Le rôle des installations électriques écologiques

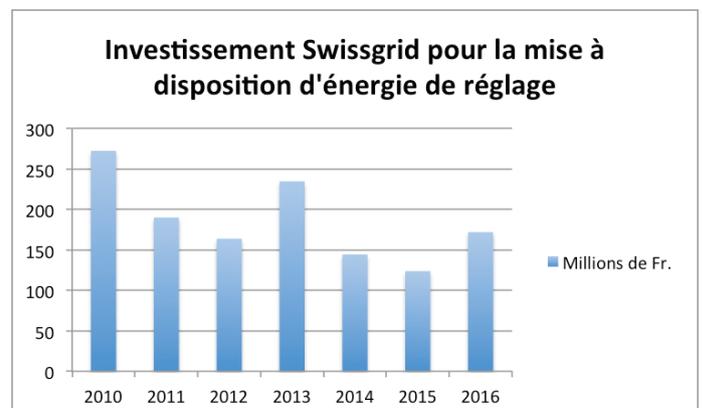
En 2009, lors de la création de Swissgrid, l'énergie de réglage provenait de sept fournisseurs, tous des producteurs d'électricité. Entre-temps, un marché d'environ 20 fournisseurs actifs s'est établi. Parmi les nouveaux acteurs, on compte les groupes d'énergie de réglage qui englobent les installations industrielles et les centrales hydroélectriques et exploités par les fournisseurs d'énergie traditionnels (EAE). Des groupes spécialisés indépendants des EAE se sont également établis. L'un d'eux appartient à la société Fleco Power AG, fondée en 2015, dont le siège se situe à Gachnang (TG), une filiale de la coopérative Ökostrom Suisse et du fournisseur photovoltaïque MBRsolar AG. Fleco Power exploite le premier groupe suisse qui travaille exclusivement avec des énergies renouvelables. Environ 100 petites centrales électriques

y participent de même qu'environ le même nombre d'installations de biogaz agricoles, d'installations photovoltaïques et de petites centrales hydroélectriques. Le réseau est issu d'un projet de démonstration dont l'OFEN a financé la mise en réseau, de même que l'intégration et l'optimisation du logiciel. Avec le groupe, Fleco Power propose désormais de l'énergie de réglage tertiaire (négatif) à Swissgrid d'une valeur en MW à deux chiffres.

« Jusqu'à présent, nous sommes absolument satisfaits du déroulement commercial », affirme le directeur des ventes de Fleco Power, Patrick Neuenschwander. Les revenus proviennent essentiellement de la mise à disposition de l'énergie de réglage et, dans une moindre mesure, de l'indemnisation de l'approvisionnement énergétique. Dans la mesure où le réseau Fleco-Power se compose de nombreuses unités de production décentralisées, chaque approvisionnement implique un grand nombre d'installations. Jusqu'à 70 installations interviennent en fonction de leur disponibilité selon un système de gestion sophistiqué. « Nous considérons la mise à disposition d'énergie de réglage comme une pièce de puzzle pour une commercialisation globale de tout le potentiel d'une installation. C'est pourquoi Fleco Power propose également des prestations dans le domaine de la commercialisation de l'énergie, de même que de la valeur ajoutée écologique et régionale pour compléter son offre d'énergie de réglage », affirme Neuenschwander.

Utilisation de groupes électrogènes de secours ?

Même si le marché de l'énergie de réglage est encore dominé par les EAE traditionnels aujourd'hui, les consommateurs bénéficient de la réduction des tarifs. « Si le consommateur



Ces dernières années, l'investissement de la société nationale de gestion du réseau Swissgrid pour l'indemnisation de l'énergie de réglage tend à baisser. Graphique : B. Vogel/Rapports commerciaux Swissgrid

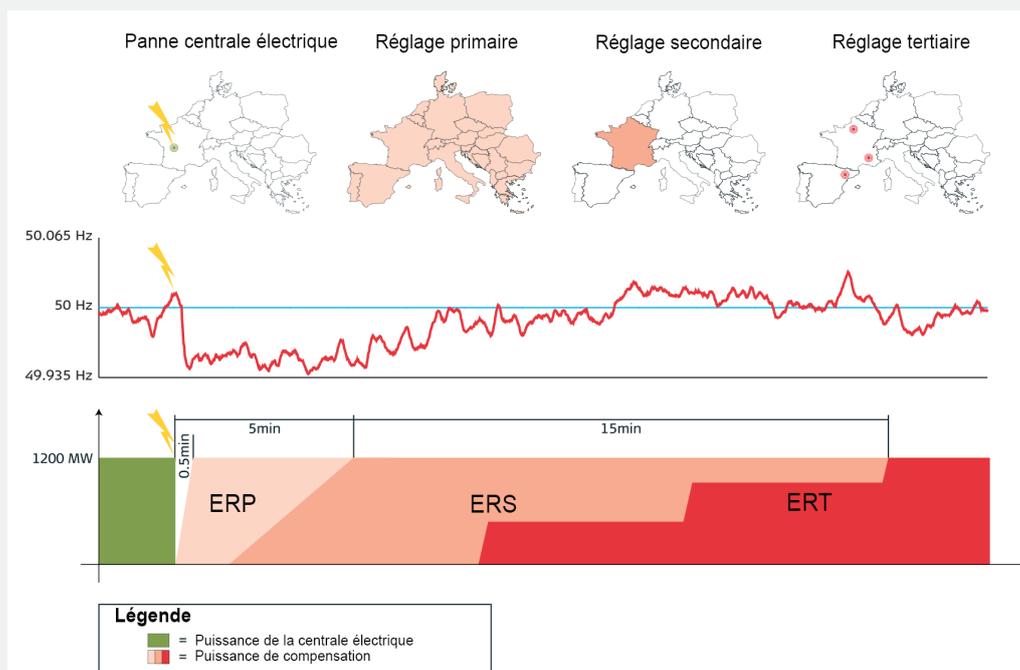
d'électricité paie encore 0,4 centime en 2017 pour des prestations générales de système, il paiera encore 0,32 centime en 2018. La baisse du tarif est due, entre autres, aux faibles coûts pour la mise à disposition d'énergie de réglage. Swiss-

grid y est parvenu en poursuivant sans cesse le développement des produits. Le nombre de fournisseurs sur le plan national et international et ainsi la concurrence sur le marché de l'énergie de réglage a également augmenté », affirme Serge

UNE INDEMNISATION POUR CELUI QUI RÉSERVE DU COURANT ET CELUI QUI FOURNIT DU COURANT

Swissgrid a pour mission de maintenir l'équilibre du réseau électrique suisse : si le réseau contient trop peu d'électricité, Swissgrid doit apporter de l'électricité supplémentaire ou réduire la consommation dans de brefs délais et si le réseau contient trop d'électricité, Swissgrid doit réduire le débit électrique rapidement ou faire fonctionner les grands consommateurs. Pour cette tâche, la société nationale de gestion du réseau avec son siège à Laufenburg (AG) recourt à des fournisseurs spéciaux, principalement des centrales électriques, mais depuis peu de plus en plus à des installations industrielles et autres consommateurs d'électricité également. Ces fournisseurs s'engagent à mettre de l'énergie de réglage *positif* à la disposition de Swissgrid en quelques minutes, ce qui est possible en augmentant ou en réduisant la consommation électrique - ou bien de l'énergie de réglage *néglatif* en réduisant la puissance de la centrale électrique ou en augmentant la consommation électrique. Pour réserver de l'énergie de réglage positif ou négatif pendant une période précise (en général par semaine), Swissgrid accorde une indemnisation financière aux fournisseurs. Lorsque Swissgrid utilise l'énergie de réglage, la *livraison d'énergie* fait l'objet d'une rémunération supplémentaire.

Pour la mise à disposition d'énergie de réglage, Swissgrid a dédommagé les fournisseurs d'un total de 171,8 millions de Fr. De deux à trois quarts de cette somme ont été dédiés à la mise à disposition d'énergie de réglage *secondaire* (livraison d'énergie dans un délai de quelques minutes), le reste aux énergies de réglage *primaire* (livraison d'énergie dans un délai de quelques secondes) et *tertiaire* (livraison d'énergie après env. 15 minutes). Pour les fournisseurs, proposer de l'énergie de réglage secondaire est particulièrement lucratif car la rémunération de sa mise à disposition par Swissgrid est environ cinq fois plus élevée que celle de l'énergie de réglage tertiaire. Proposer de l'énergie de réglage tertiaire peut toutefois s'avérer intéressant : la mise à disposition est moins lucrative mais leur retrait peut être réalisé à bon prix. BV



En cas de panne d'une centrale électrique, le manque est compensé par l'énergie de réglage. Le graphique illustre ce processus sur l'exemple d'une centrale nucléaire française (d'une puissance de 1200 MW) : une panne de cette centrale provoque une baisse du débit d'électricité dans le réseau - la fréquence chute sous la valeur normale de 50 Hertz. La quantité d'électricité manquante est d'abord compensée par l'énergie de réglage primaire (ERP), puis par l'énergie de réglage secondaire (ERS) et pour finir par l'énergie de réglage tertiaire (ERT). Des fournisseurs sélectionnés mettent les ERP, ERS et ERT à disposition spécialement pour ce genre de situations de crise. Tandis que l'ERP est mise à disposition au niveau européen, les ERS et ERT relèvent de la responsabilité nationale. Graphique : Swissgrid

Wisselmann, directeur TSO Markets Planning & Procurement chez Swissgrid.

Le marché de l'énergie de réglage pourrait poursuivre sa croissance à l'avenir. Le plus grand potentiel en termes d'énergie de réglage secondaire et tertiaire, que l'étude de l'École supérieure de Lucerne mentionnée au début a identifié parmi les installations industrielles, n'a pas encore été exploité : des groupes électrogènes de secours, comme ceux des hôpitaux par exemple, utilisés en cas de panne de courant, disposent parfois de puissances du domaine du MW. Les générateurs diesel sont adaptés pour la réserve d'énergie de réglage mais uniquement pour leur utilisation dans la mesure où ils ne doivent pas fonctionner plus de 50 heures par an dans la plupart des cantons conformément à l'ordonnance sur la protection de l'air. Par conséquent, les groupes électrogènes de secours peuvent être intégrés dans des groupes qui favorisent la production d'électricité par des centrales électriques conventionnelles pour le cas où Swissgrid retirerait l'énergie stockée. Dans ce cas, les groupes électrogènes de secours sont financièrement intéressants pour l'exploitant mais ne contribuent pas directement à la stabilisation du réseau. Il est également envisageable de combiner les essais avec le retrait.

Produit d'exportation

Le chercheur de l'HSLU Christoph Imboden constate qu'aujourd'hui, l'offre en énergie de réglage croît plus vite que la demande : « À court terme, les revenus des fournisseurs d'énergie de réglage devraient continuer de baisser. Mais à long terme, en raison du renforcement des énergies renouvelables, les besoins en énergies de réglage devraient augmenter et ainsi la valeur de l'énergie de réglage. » Ce faisant, les fournisseurs suisses d'énergie de réglage peuvent également espérer une demande de l'Allemagne dans la mesure où elle continue de développer l'utilisation des énergies renouvelables. Aujourd'hui, l'énergie de réglage en Allemagne provient en grande partie des centrales au gaz mais cette source pourrait s'avérer insuffisante à l'avenir. Dans certains domaines, le marché de l'énergie de réglage s'étend déjà au-delà des frontières. La suite de cette tendance dépend de la future organisation du marché de l'énergie.

- Vous trouverez le **rapport final** du projet phare de l'OFEN 'Pooling de réglage avec infrastructures' sur : <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=35215>.
Le rapport final du projet de recherche de l'OFEN 'Partici-

L'OFEN SOUTIENT DES PROJETS

Une partie des projets financés par l'OFEN au cours des dernières années pour la préparation du marché de l'énergie de réglage font partie des projets pilotes, de démonstration et des projets phares avec lesquels l'OFEN fait encourager le développement des technologies énergétiques économiques et rationnelles et l'utilisation des énergies renouvelables. L'OFEN soutient des projets pilotes, de démonstration et de projets phares avec 40 % des dépenses imputables. Des requêtes peuvent être déposées à tout moment.

➤ Informations :

www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration
www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm

pation des fournisseurs industriels d'énergie de réglage sur le marché SDL suisse - opportunités techniques et économiques, méthode d'évaluation' est disponible sur : <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=35779>.

- Vous trouverez le **rapport final** du projet de démonstration de l'OFEN 'Conception et mise en pratique d'une centrale électrique virtuelle pour la production électrique conforme aux besoins à partir d'installations de biogaz en Suisse' sur : <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=36801>
- La **documentation** concernant la conférence 'Flexibilité dans l'économie de l'électricité : contributions non conventionnelles pour le marché de l'énergie de réglage' du 10 mai 2017 à l'École supérieure de Lucerne - Technique & architecture est disponible sur : www.hslu.ch/regelleistungsmarkt
- Le docteur Michael Moser ([michael.moser\[at\]bfe.admin.ch](mailto:michael.moser[at]bfe.admin.ch)), directeur du programme de recherche de l'OFEN sur les réseaux, communique des **informations supplémentaires** concernant les projets.
- Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et de démonstration dans le domaine des réseaux sur : www.bfe.admin.ch/CT/electricite.