Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

Band: 105 (2014)

Heft: 8

Artikel: La sécurité de l'approvisionnement en électricité en Suisse est-elle en danger?

Autor: Kehlhofer, Rolf / Orzan, David / Russi, Cornel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856271

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

La sécurité de l'approvisionnement en électricité en Suisse est-elle en danger?

Analyse des mesures envisageables à long terme

La Suisse, dont la production électrique est excédentaire en été, parvient à couvrir ses besoins accrus en hiver grâce à son intégration dans le système européen. La mutation annoncée du système d'approvisionnement énergétique engendre des modifications de la capacité de production disponible en Suisse et dans les pays voisins, ce qui pourrait menacer la sécurité d'approvisionnement.

Rolf Kehlhofer, David Orzan, Cornel Russi

En Suisse, la fiabilité de l'approvisionnement en électricité a été excellente au cours des cinquante dernières années. Aujourd'hui, le terme « coupure de courant » est pratiquement inconnu dans notre pays. Cela ne signifie cependant pas qu'à l'avenir ce risque puisse être oublié. Depuis quelques années, les pays européens et la Suisse travaillent pour changer de façon radicale le système d'approvisionnement en énergie électrique : arrêt d'une bonne partie du parc nucléaire, forte augmentation de la capacité des énergies renouvelables, amélioration de l'efficacité énergétique.

Tous ces changements ne vont pas sans risque, comme en atteste le dernier rapport d'ENTSO-E [1] publié en juin (« Scenario Outlook & Adequacy Forecast 2014-2030 ») montrant une dégradation de la marge de réserve de nos voisins à l'horizon 2025 et même une marge de réserve négative pour notre pays.

Dans cet article, nous étudions l'évolution probable de la sécurité d'approvisionnement en Suisse en prenant en compte la stratégie énergétique fédérale 2050 et le contexte européen. En se fondant sur le parc de production existant et les projets connus de construction et de démantèlement de centrales, notre analyse montre clairement un manque de moyens de production à l'avenir. Sur la base de cette conclusion, nous esquissons et évaluons diverses mesures propres à résoudre ce déficit futur en Suisse.

Situation au niveau de l'année

Actuellement, du point de vue énergétique, la Suisse produit sur une année autant d'électricité qu'elle en consomme. La figure 1 montre le bilan pour l'année 2013 au cours de laquelle la Suisse a produit un peu plus de 65 TWh et en a consommé, en incluant les pertes, environ 63 TWh. La Suisse dispose actuellement d'une réserve confortable grâce aux contrats à long terme conclus avec les centrales nucléaires françaises. On constate également qu'en 2013, notre approvisionnement était assuré par 58 % d'hydraulique et 36 % de nucléaire. Les nouvelles énergies couvraient 0,6 % des besoins.

Dans le futur, dès 2035, les centrales nucléaires suisses auront probablement atteint leur durée de vie technique et seront toutes arrêtées. Les contrats de fourniture d'électricité nucléaire française seront tous pratiquement arrivés à échéance. En admettant une croissance modérée de la consommation (courbe bleue), nous arrivons à la conclusion qu'environ 26 000 GWh devront être fournis par les nouvelles énergies renouvelables, des centrales à gaz et des importations. Ces options seront analysées plus loin dans l'article.

Remarquons enfin que nous partons de l'hypothèse simplificatrice (et probablement optimiste) que la production des centrales hydrauliques existantes demeure inchangée dans le futur.

Situation au niveau mensuel

En considérant le bilan électrique sur une base mensuelle (Figure 2), on constate que déjà aujourd'hui la situation n'est pas si confortable. La consommation de pointe a lieu en hiver quand la produc-

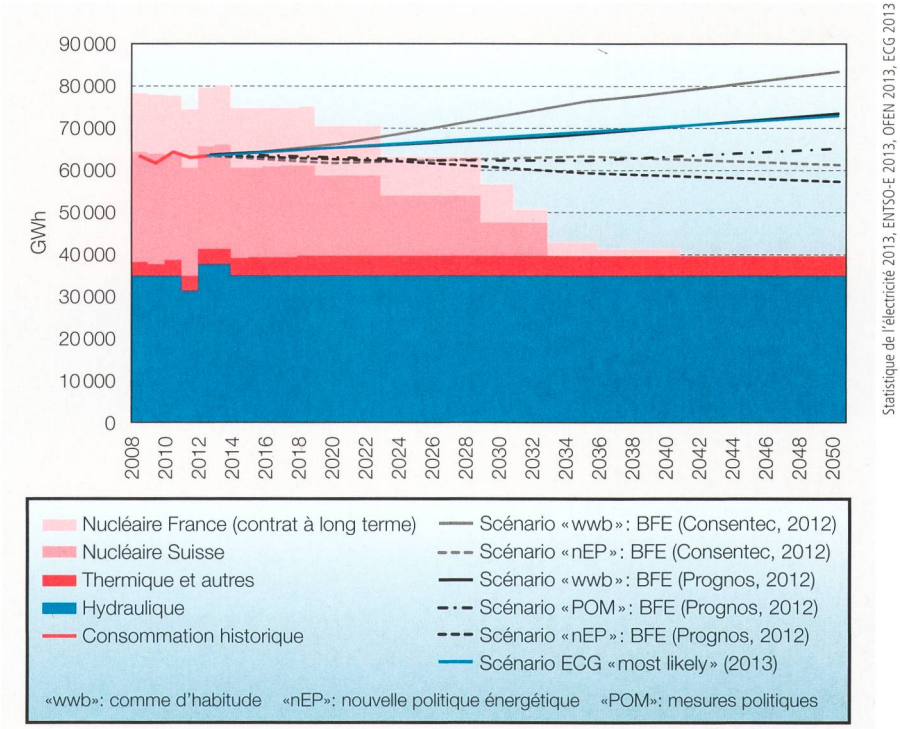

Figure 1 Evolution de la consommation et de la production annuelle d'électricité en Suisse.

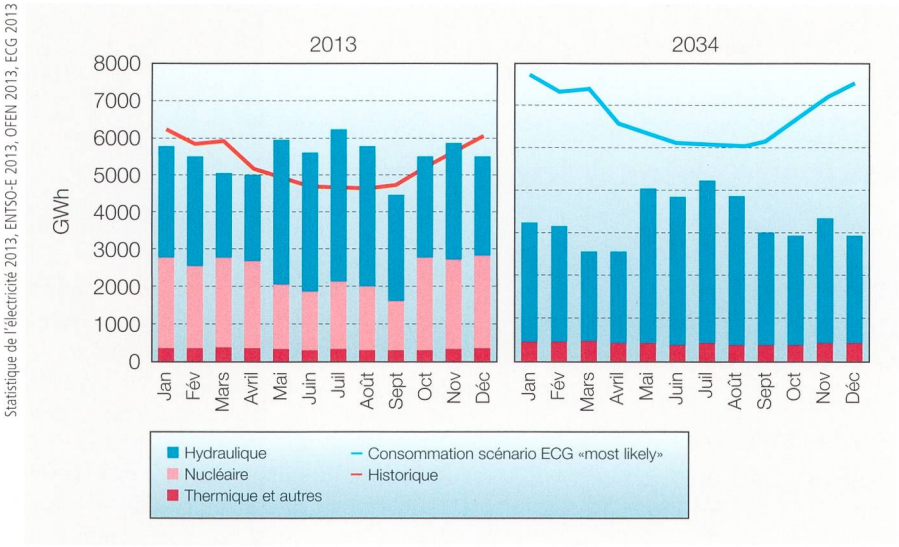

Figure 2 Profils de la consommation et de la production mensuelle d'électricité en Suisse (2013 et 2034).

tion hydraulique est la plus faible. En été, par contre, notre pays est excédentaire. Cependant, grâce à la forte interconnexion de la Suisse avec le réseau européen, nous parvenons à maintenir notre système électrique stable et équilibré sur une base annuelle.

Les profils anticycliques de l'hydraulicité et de la demande resteront les mêmes et, dans 20 ans, si aucune mesure sérieuse n'est prise, la sécurité d'approvisionnement se dégradera dramatiquement en hiver car il manquera 19 000 GWh des 26 000 GWh de déficit annuel mentionné précédemment.

Situation au niveau de la demande de pointe

Passons maintenant à l'analyse de la situation concernant la puissance disponible. La figure 3 montre d'une part la capacité de production disponible [2] qui s'élevait en 2013 à un peu plus de 11 GW et, d'autre part, la puissance appelée de pointe qui atteignait environ 10,5 GW. On en déduit que la Suisse peut actuellement, en situation normale, couvrir la demande de pointe avec les centrales situées sur le territoire national. Cependant, pour maintenir notre système électrique stable dans des conditions anormales, nous avons besoin d'une réserve supplémentaire de 2 GW. Au final, la marge de réserve en Suisse est actuellement négative. Ainsi, selon ENTSO-E, la Suisse aurait déjà aujourd'hui un déficit d'environ 0,7 GW en 2014. Pour la Suisse, ENTSO-E prévoit un déficit 2,5 GW de capacité sécurisée en 2025 aux heures de pointe hivernales.

Concernant le futur proche, la demande pendant les heures de pointe pourra être satisfaite par les capacités nationales vu que les nouvelles centrales de pompage-turbinage de Veytaux, Linth-Limmern et Nant de Drance augmenteront substantiellement la puissance disponible. Si, par contre, nous considérons la situation dans 20 ans, on constate que le « château d'eau de l'Europe » présentera un déficit de 5 GW de puissance de production quels que soient les scénarios réalistes de la demande pronostiqués par différentes études. En somme, dans une dizaine d'années, la Suisse aura un déficit d'environ 2,5 GW de capacité de production fiable (respectivement environ 5 GW manqueront en 2035). À noter que cette conclusion ne dépend pas de la capacité de centrales éoliennes ou photovoltaïques qui seront construites à l'avenir car la nature volatile de leur production ne permet pratiquement pas de tenir compte de leur capacité dans le calcul de la puissance assurément disponible pour couvrir la demande aux heures de pointe.

La Suisse dans le contexte européen

Comme mentionné plus haut, notre intégration dans le système européen est essentielle à la sécurité de notre approvisionnement. Regardons donc quelle est la situation chez nos voisins. La figure 4 montre comment ENTSO-E évalue l'adéquation des capacités de production en Europe et indique les marges de capacité en hiver. Une marge de réserve négative, comme c'est le cas pour la Suisse, signifie que le pays n'est pas en mesure de faire face à toutes les situations jugées crédibles par les gestionnaires de réseaux de transport.

De façon générale, la marge de réserve se dégradera en Europe et les risques de défaillances majeures du système électrique augmenteront au cours de la prochaine décennie. C'est particulièrement le

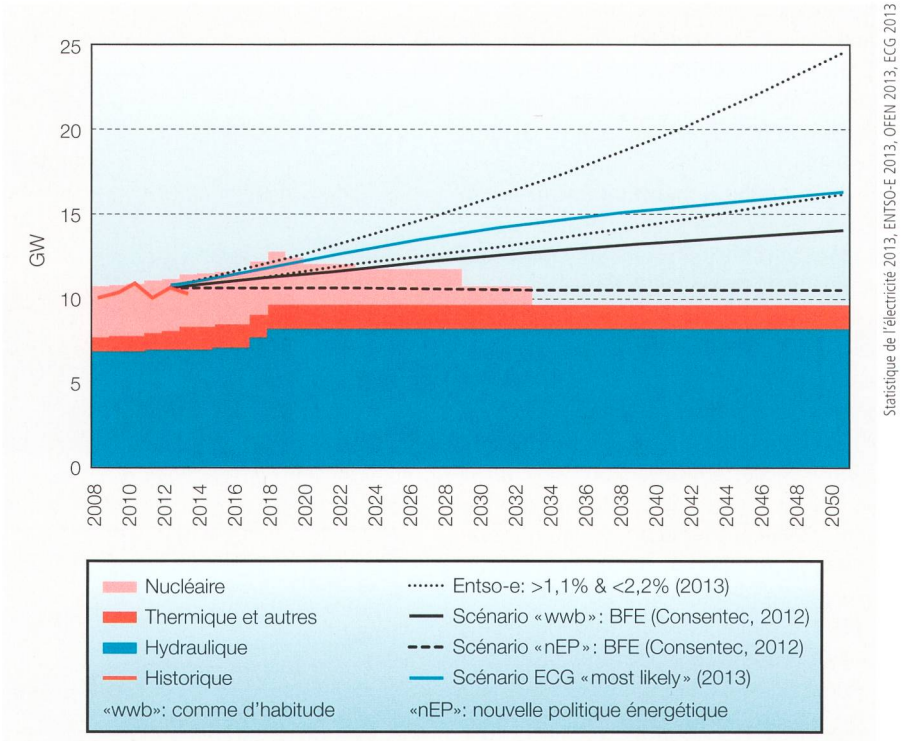

Figure 3 Évolution de la demande aux heures de pointe et de capacité disponible du parc de production suisse.

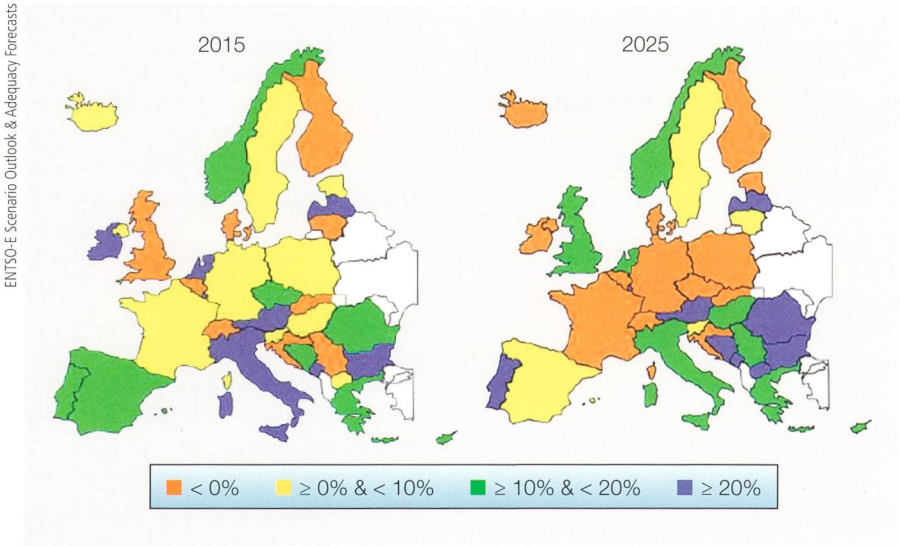

Figure 4 Marge de réserve de capacité estimée par ENTSO-E en 2015 et en 2025 (scénario de base).

cas pour nos trois voisins allemand, français et italien. L'Allemagne et la France connaitront de surcroît un déficit de puissance aux heures de pointe. Ceci montre que la Suisse ne devrait pas trop compter sur ces deux voisins pour résoudre son problème de sécurité d'approvisionnement, et ce d'autant plus que le déficit se situe avant tout au sud de l'Allemagne.

Résumé de la situation

Nous venons d'identifier deux défis fondamentaux que la Suisse doit relever pour réussir son tournant énergétique.

- Couvrir le déficit énergétique hivernal (il manque environ 5500 GWh en hiver 2025 en tenant compte du nucléaire français et 19 000 GWh, ou près de 50 % de la consommation, en hiver 2035)
- Sécuriser la puissance disponible supplémentaire en hiver (manque de 2,5 GW de capacité assurément disponible en 2025 et 5 GW en 2035)

Mesures à disposition

Examinons les quatre options fondamentales compatibles avec le contexte suisse. Les solutions analysées ci-après doivent être combinées. Cependant, il s'agit maintenant de fixer les bonnes priorités.

Réduction de la demande et de la consommation

Tout d'abord se pose la question de savoir comment la demande va évoluer dans le futur. On peut faire des études très sophistiquées, mais en définitive même les analyses quantitatives doivent se fonder sur des hypothèses. Malgré l'emploi croissant d'appareils consommant moins d'électricité, on ne voit pas comment la consommation devrait diminuer vu la désindustrialisation déjà bien avancée de notre pays, la croissance de la population, les aspirations à toujours plus de confort et la substitution d'énergie primaire au profit de l'électricité. Nos analyses aboutissent au résultat que, grosso modo, la consommation devrait croître de façon modérée de l'ordre de 0,4 %/an puis se stabiliser dans le très long terme.

Des mesures actives de réduction de la demande d'électricité peuvent être mises en place pour contrer la tendance naturellement croissante de la consommation. Cependant, force est de constater que les résultats atteints jusqu'à présent ont été très modestes par rapport aux défis que nous adressons dans cet article. Les mesures technologiques (smart home par exemple) ne se sont pas encore déployées en raison de l'investissement considérable que cela implique. Des projets pilotes sont en cours, dont les premiers résultats semblent calmer l'euphorie initiale. Le potentiel de gestion de la charge par les nouvelles technologies doit très certainement être exploité, mais on doit garder à l'esprit que la durée des effets de réduction de charge se limite à quelques heures et que les puissances véritablement utilisables restent plutôt faibles. Quant aux mesures incitatives, leur impact effectif sur la sécurité d'approvisionnement demeure encore très incertain.

Produire plus de renouvelables en Suisse

Les caractéristiques techniques de ces technologies et les ordres de grandeur physiques et financiers en jeu nous conduisent à penser que ces énergies ne sont pas les solutions prioritaires pour résoudre le problème de la sécurité d'approvisionnement : de par la nature volatile de leur production, les centrales éoliennes et photovoltaïques ne peuvent contribuer à la sécurité d'approvisionnement qu'en combinaison avec du stockage d'énergie saisonnier de forte capacité.

Le **tableau 1** ci-dessous montre que la réalisation de la très ambitieuse stratégie énergétique fédérale devrait permettre en 2050 de produire environ 10 TWh supplémentaires en hiver et d'assurer 1,7 GW de capacité de production sécurisée. En ramenant ces chiffres en 2025, on constate que le déficit d'énergie hivernal (5,5 TWh) pourrait être résorbé, mais pas le manque de capacité sécurisée (2,5 GW). En 2035, le déficit d'énergie hivernal atteint 19 TWh et il manque 5 GW de capacité sécurisée.

Un autre aspect souvent négligé car d'occurrence rare, mais de plus haute importance, est la résilience du système électrique lors de grandes perturbations et son comportement en mode dégradé, comme l'exploitation en îlotage, ou bien la remise sous tension après une grande perturbation. Ces propriétés font également partie intégrante de la sécurité d'approvisionnement. Or, déjà à l'heure actuelle, le maintien de la stabilité du système électrique européen dans des situations anormales est un défi complexe. Des interrogations majeures subsistent quant à la capacité d'un système électrique à gérer des situations extraordinaires lorsque son parc de production sera en grande partie constitué de centrales éoliennes et photovoltaïques. À cet égard, rappelons que si l'Allemagne maintient encore son système électrique en équilibre, c'est parce qu'elle utilise des capacités de centrales de pointe et de transport des pays voisins pour maintenir sa stabilité. Que se passera-t-il si tous les pays suivent le même chemin ?

Importation d'électricité

Avec actuellement plus de 6 GW de capacité d'importation, la Suisse est très bien placée, depuis toujours, pour acheter de l'électricité chez ses voisins. Les renforcements de réseau à l'intérieur de notre pays et à ses frontières permettront d'augmenter encore la capacité d'importation. Cependant, la date de mise en service de ces lignes de transport reste soumise à de grandes incertitudes en raison de la durée des procédures d'autorisation de construire.

De plus, comme nous l'avons montré précédemment, il ne faudra pas compter

	Éolienne	Photo-voltaïque	Hydrau-lique Fil de l'eau	Hydrau-lique Accumula-tion	Biomasse / Biogaz / etc.	Total
Potentiel réalisable jusqu'en 2050 / GWh_{el}/a	4000 (3)	10 400 (3)	1600 (3,4)	1600 (3,4)	3800 (3)	
Production en hiver / %	66% (5)	35% (6)	34% (2)	48% (2)	60% (hypothèse)	
Production en hiver / GWh_{el}/a	**2640**	**3640**	**540**	**770**	**2280**	**9870**
Durée équivalente de fonctionnement / h	1800 (2)	730 (2)	4500 (2)	2000 (2)	3200 (2)	
Potentiel réalisable jusqu'en 2050 / MW	2200	14 200	350	800	1200	
Capacité sécurisée / %	0%	0%	25%	60%	95%	
Capacité sécurisée / MW	**0**	**0**	**90**	**480**	**1140**	**1710**

Tableau 1 Potentiel de développement d'ici à 2050 selon l'OFEN.

sur l'Allemagne et la France pour fournir l'énergie électrique dont nous avons besoin en hiver. L'Italie et l'Autriche pourraient venir à la rescousse vu que ces pays auront encore des capacités excédentaires.

Se pose alors la question de la possibilité de réserver ces centrales et les capacités d'importation correspondantes sur le long terme. La régulation actuelle n'est pas favorable à la détention sur le long terme de droits de transport exclusifs car ils réduisent la liquidité du marché.

En admettant cependant qu'il soit possible de réserver des capacités d'importation sur le long terme, les implications de la dépendance des pays voisins dans les moments de pénurie doivent être discutées ouvertement au niveau politique.

Importation d'énergie primaire

Les centrales à gaz peuvent produire sur demande, rapidement et sans contrainte de durée. Cependant, cette option suppose des capacités de transport de gaz adéquates et des sources suffisamment abondantes et diversifiées.

La Suisse est bien connectée au réseau de transport de gaz avec l'Allemagne et l'Italie et dispose de sources d'approvisionnement bien diversifiées qui ont permis un approvisionnement fiable malgré différentes crises géopolitiques. Swissgas estime qu'une capacité d'importation de gaz est disponible pour alimenter une centrale à cycle combiné de 500 à 750 MWel. De plus, le projet « reverse gas flow » permettra prochainement d'importer du gaz de l'Italie vers la Suisse et en conséquence d'augmenter la capacité d'import et la diversité des sources d'approvisionnement.

De plus, l'option du gaz permettrait d'exploiter les solutions power to gas. Cependant, mentionnons que le rendement power to power est de l'ordre de 35% (contre 75% pour les centrales hydroélectriques de pompage-turbinage).

Le lecteur attentif aura remarqué que nous n'avons pas abordé la question des coûts des différentes options. La raison est que, à notre grand étonnement, le montant des coûts globaux (directs et indirects) reste un point secondaire de l'agenda politique actuel. Malgré la richesse de notre pays, il faudra tout de même s'intéresser à cette question, dans la mesure du possible, avant de s'engager dans l'une ou l'autre des directions stratégiques. Nous avons bien sûr étudié la problématique des coûts et, pour en résumer les conclusions, l'option des centrales à gaz et de l'extension du réseau de transport implique les coûts globaux les moins élevés.

Recommandation

Force est de constater que nous sommes en train de déraper dans le tournant énergétique et que la sécurité d'approvisionnement est menacée à l'avenir, en particulier en hiver; il va falloir réagir vite et efficacement pour éviter un dérapage incontrôlé.

Vu les ordres de grandeur en jeu et le temps à disposition, il est illusoire de compenser l'arrêt des centrales nucléaires suisses par des nouvelles énergies renouvelables et des mesures de réduction de la demande d'énergie électrique. Ces deux options sont certes bénéfiques pour l'environnement puisqu'elles évitent la consommation de combustible. Cependant, de par leurs caractéristiques techniques, elles ne peuvent pratiquement pas contribuer à la sécurité d'approvisionnement.

Après des décennies de surcapacités, la réalité physique refait surface et se rappelle à notre mémoire : il manquera en Suisse plusieurs gigawatts de centrales flexibles fournissant une puissance sur demande sans limitation temporelle.

Mais la construction de ces nouvelles centrales, essentiellement à gaz, se heurte à deux difficultés. La première, très ardue, est d'ordre politique. Un grand travail d'information et aussi une dose de courage sont nécessaires pour expliquer honnêtement à la population la situation énergétique réelle à laquelle sera confrontée la Suisse.

La deuxième concerne la régulation et les règles du marché. Aucun investisseur ne financera de nouvelles centrales conventionnelles de production, quelle que soit leur technologie, dans le marché de l'électricité actuel. En raison du développement massivement subventionné des nouvelles énergies, la rentabilité des centrales conventionnelles, pilier de la sécurité d'approvisionnement, est menacée. La question n'est plus de savoir s'il faut un mécanisme de soutien pour les capacités de production fiables, mais comment le mettre en place de façon intelligente en Suisse. Il n'est plus nécessaire de faire des recherches dans les marchés outre-Atlantique pour comprendre la complexité de la problématique, il suffit de lire le décret n° 2012-1405 en vigueur en France, de participer à la consultation publique en Italie concernant « i meccanismi di remunerazione della capacità produttiva », de suivre le débat politique en Allemagne sur le « Kapazitätsmechanismus », d'étudier l'appel d'offre lancé par le régulateur belge « portant sur l'établissement de nouvelles installations de production d'électricité de type cycle ouvert ou cycle combiné à gaz en Belgique afin de garantir la sécurité d'approvisionnement » ou encore de traverser la Manche pour analyser les règles du « capacity market » et les « Contracts for difference » introduits dans le « Energy Act 2013 ».

Vu le temps nécessaire pour mettre en place un mécanisme de capacité cohérent et obtenir les permis de construire une nouvelle centrale, nous recommandons vivement de se mettre au travail rapidement.

Littérature complémentaire

- ENTSO-E, Scenario Outlook & Adequacy Forecasts 2014-2030 (2 juin 2014)
- OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2013
- BFE, Das Potential der erneuerbaren Energien bei der Elektrizitätsproduktion, 2012
- UVEK, Wasserkraftpotential der Schweiz, 2012
- Juvent Windpark, Mittel 1996-2013
- Swisssolar 2012, gewichtetes Mittel Alpin/ Mittelland 2008-2011

Lien

- www.the-ecgroup.com

Références

[1] ENTSO-E, European Network of Transmission System Operator for Electricity, Association des exploitants européens de réseaux de transport d'électricité

[2] La capacité disponible est égale à la capacité installée nette moins les capacités qui ne sont pas utilisables de façon fiable et assurée pour couvrir la demande aux heures de pointe en hiver. En particulier, on déduit les capacités hydroélectriques non utilisables en raison des apports en eau réduits en hiver, les capacités utilisant des sources d'énergie primaires aléatoires, les capacités en travaux de maintenance et les capacités nécessaires à l'exploitation stable de la zone de réglage (environ 700 MW en Suisse).

Auteurs

Rolf Kehlhofer, EPFL, est directeur de la société The Energy Consulting Group. Il était auparavant directeur d'ABB Power Generation.
The Energy Consulting Group, 8001 Zurich
rolf.kehlhofer@the-ecgroup.com.

Dr **David Orzan**, Supélec/EPFL, est associé chez The Energy Consulting Group. Il était auparavant cadre supérieur chez FMB.
david.orzan@the-ecgroup.com.

Cornel Russi, HSG, est consultant chez The Energy Consulting Group. Il était auparavant économiste dans l'industrie.
cornel.russi@the-ecgroup.com.

Zusammenfassung **Ist die Stromversorgungssicherheit in der Schweiz gefährdet?**

Analyse der möglichen langfristigen Massnahmen

Die Schweizer Bevölkerung ist eine unterbrechungsfreie Versorgung mit Elektrizität gewohnt. Diese Analyse untersucht, wie es in Zukunft um die Versorgungssicherheit steht und welche Massnahmen ergriffen werden können, um diese zu gewährleisten.

Auf Basis des bestehenden und im Bau befindlichen Kraftwerkparks zeigt die Analyse, dass sich vor allem in den Wintermonaten bald eine signifikante Unterdeckung einstellen wird. Im Winterhalbjahr 2025 werden 5,5 TWh Energie sowie 2,5 GW gesicherte Kapazität zur Deckung der Spitzenlast fehlen. Im Winter 2035 wird die Winterlücke auf 19 TWh (rund 50 % des Konsums) und 5 GW ansteigen. ENTSO-E beurteilt die Schweiz bereits heute als kritisch betreffend die selbstständige Bewältigung einer Extremsituation.

Vier Optionen stehen der Schweiz zur Verfügung, um die drohende Unterdeckung zu vermeiden:

Reduktion der Nachfrage: Der Einfluss von nachfrageseitigen Massnahmen ist schwierig einzuschätzen, wie die grosse Divergenz der Szenarien in der Analyse zeigt, dürfte aber eher bescheiden bleiben.

Ausbau erneuerbare Energie: Das vom BFE geschätzte, bis 2050 realisierbare Potenzial reicht nicht einmal aus, um die gesicherte Kapazität bereitzustellen, welche die Schweiz bereits im Jahr 2025 benötigt.

Import von Elektrizität: Mit 6 GW Importkapazität ist die Schweiz gut in Europa eingebunden. Gesicherte Kapazität müsste jedoch im Ausland unter Vertrag genommen werden. Regulatorische Unklarheiten sowie die politische Frage, ob die Versorgungssicherheit von Kraftwerken im Ausland abhängen soll, sind hierfür jedoch noch zu klären. Ob solche Kapazitäten überhaupt zur Verfügung stehen, ist fraglich.

Import von Brennstoff: Reservekraftwerke basierend auf Gasturbinen können schnell anfahren und über längere Zeit regelbar produzieren. Swissgas schätzt, dass aktuell freie Gaskapazitäten für bis zu 750 MWel Erzeugungskapazität vorhanden sind.

Die Analyse zeigt auf, dass zusätzliche Massnahmen notwendig sind, um die Versorgungssicherheit in der Schweiz zu gewährleisten. Wir empfehlen daher der Politik, sich umgehend mit «Kapazitätsmechanismen» zu beschäftigen, um die notwendigen Anreize für zusätzliche gesicherte Kapazitäten zu schaffen oder/und im Ausland abzusichern, falls möglich. Cr

Anzeige