Scénarios pour l'approvisionnement électrique du futur

Autor(en): **Zepf, Niklaus / Löbbe, Sabine**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **103 (2012)**

Heft (12)

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857387

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Scénarios pour l'approvisionnement électrique du futur

Conséquences et exigences de trois scénarios

A quoi ressemblera l'approvisionnement en électricité d'ici à 2050 ? Quelles sont les différentes possibilités ? Quels avantages et inconvénients présentent-elles ? Une étude de l'Association des entreprises électriques suisses s'est penchée sur ces questions. En voici les principales conclusions.

Niklaus Zepf, Sabine Löbbe

Tandis que la stratégie énergétique de la Confédération oriente le débat politique, il s'avère judicieux, pour les entreprises d'approvisionnement en électricité, de procéder à des investissements s'inscrivant sur plusieurs dizaines d'années, tant dans l'infrastructure du réseau que dans les installations de production, et ce, dans un environnement extrêmement complexe et changeant.

C'est dans ce contexte que l'Association des entreprises électriques suisses (AES) a mené une vaste étude intitulée « Scénarios pour l'approvisionnement électrique du futur », qui vise à dresser le profil potentiel de l'approvisionnement en électricité d'ici à 2050. L'étude doit d'une part livrer des informations permettant de nourrir le débat actuel sur la politique énergétique et, de l'autre, aider les entreprises électriques à prendre des décisions importantes en matière d'investissement.

La démarche

Concernant l'approvisionnement électrique de demain, la voie n'est pas toute tracée. Celle-ci dépendra considérablement de la volonté politique et sociétale et des priorités fixées dans le domaine de la politique énergétique. L'AES a donc imaginé trois scénarios. Tous partent du principe que, conformément à la décision du Conseil fédéral et du Parlement, prise au printemps 2011, les centrales nucléaires suisses ne seront pas remplacées une fois arrivées au terme de leur durée de vie et d'exploitation technique. L'approvisionnement constant de la Suisse en électricité comptait en outre parmi les hypothèses de départ.

Une cinquantaine de représentants de la branche et de nombreux experts externes ont participé à l'élaboration de cette étude. Après avoir défini le cadre énergétique et politico-environnemental de chacun des scénarios, ils ont pu modéliser l'évolution de la demande. L'offre et la demande doivent concorder en permanence pour que l'approvisionnement en électricité soit assuré. C'est à

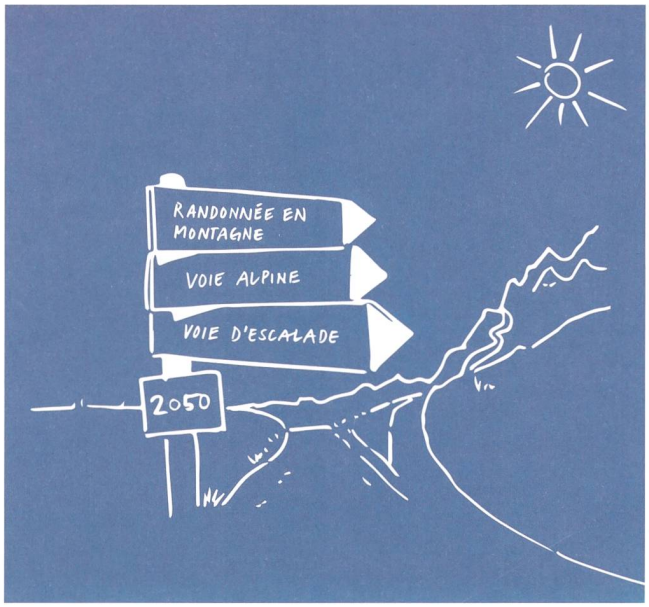


Figure 1 La route de l'approvisionnement électrique du futur emprunte-t-elle un chemin de montagne, un sentier alpin ou une voie d'escalade ?

Vue d'ensemble

Les études partielles

Dans le cadre de l'étude « Scénarios pour l'approvisionnement en électricité du futur », les études partielles suivantes ont été menées :

- Am Puls Market Research : VSE Fokusgruppe II – Ergebnisbericht VSE-AES, 2011 (disponible en allemand uniquement).
- Consentec : Auswirkungen dezentraler Einspeisung auf die Verteilnetze in der Schweiz – Untersuchung im Auftrag des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE), Aix-la-Chapelle, 2012 (disponible en allemand uniquement).
- Ernst Basler + Partner, Bacher Energie : Flexibilisierung der Stromnachfrage in Haushalten – Schlussbericht zuhanden VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Baden Zollikon Aarau, 2011 (disponible en allemand uniquement).
- Ernst Basler + Partner : Effizienz und Elektrifizierung Haushalte – Schlussbericht zuhanden VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Zollikon, 2012 (disponible en allemand uniquement).
- Ernst Basler + Partner : Stromeffizienz und Nachfrageflexibilisierung in Industrie und Dienstleistungen – Schlussbericht zuhanden VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Zollikon, 2011 (disponible en allemand uniquement).
- Pöyry Management Consulting : Angebot und Nachfrage nach flexibler Erzeugungskapazität in der Schweiz – Studie im Auftrag des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE), Zurich, 2012 (disponible en allemand uniquement).
- Z-Analyse : Energieeffizienz – Vorschau 2012 – Bericht, Hergiswil, 2012 (disponible en allemand uniquement).

En outre, M. Jochem, Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategie, IREES, Karlsruhe, a mis en évidence la plausibilité des scénarios relatifs à la demande dans le cadre d'une contre-expertise.

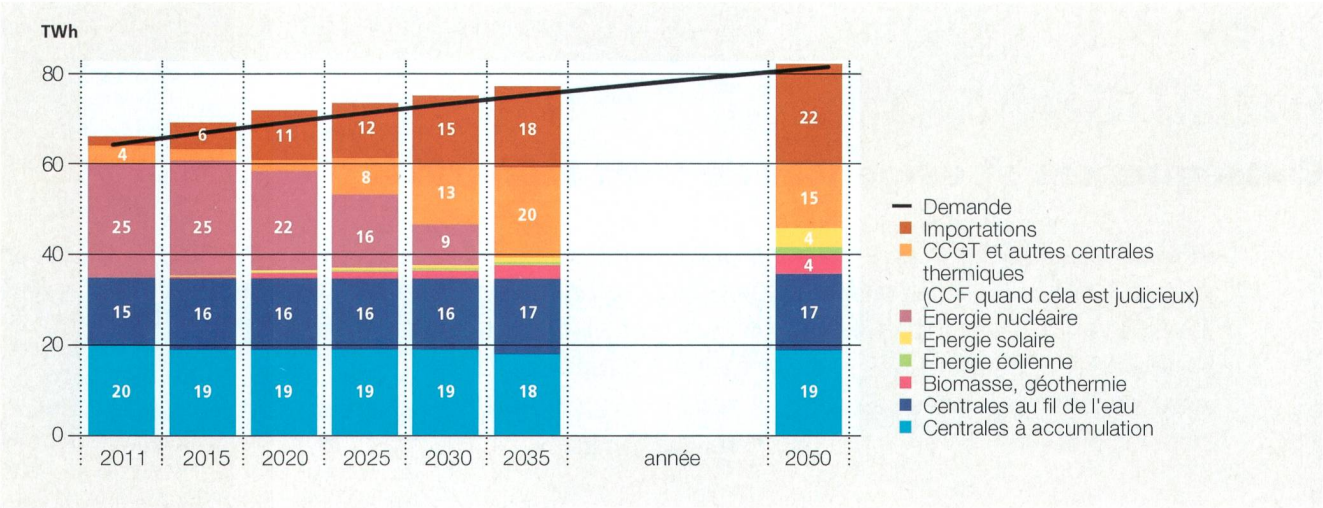


Figure 2 Evolution de l'offre et de la demande dans le scénario 1.

partir de ce postulat que l'étape suivante a déterminé la production future, issue des installations existantes et du développement escompté des énergies renouvelables.

Sur la base d'un modèle établi pour cette étude, le déroulement du système européen d'approvisionnement en électricité a ensuite été simulé heure par heure tandis que d'autres installations et importations complétant le parc nucléaire suisse ont été prises en considération dans les calculs afin que l'offre ne soit jamais inférieure à la demande. Les conséquences sur les réseaux et les coûts inhérents à chacun des scénarios ont également été examinés.

Le but n'était alors pas d'obtenir un résultat précis, mais d'identifier la solution la plus rentable dans les conditions données. Au total, six études partielles ont été élaborées et une contre-expertise a été demandée (cf. encadré).

Les trois scénarios

Comme nous l'avons dit précédemment, l'étude met en évidence les liens de cause à effet qui existent pour chacun des trois scénarios d'approvisionnement en électricité (figure 1). Ces derniers sont présentés de façon détaillée ci-après.

Le chemin de montagne

Dans le premier scénario, l'approvisionnement électrique du futur s'apparente à un chemin de montagne escarpé. La stratégie énergétique de l'UE ainsi que la participation de la Suisse au commerce international de l'électricité et des émissions de CO_2 constituent le socle de ce scénario. Les nouveaux objectifs de politique environnementale sont plus ambitieux que les précédents et impliquent des mesures de politique énergétique légèrement renforcées.

Malgré les mesures d'efficacité énergétique et électrique, la demande d'électricité augmente chaque année de 0,6 % et la hausse atteint 25 % en 2050, s'établissant ainsi à 81 TWh. Cette progression s'explique par la croissance démographique et économique, ainsi que par le remplacement des énergies fossiles. Si les énergies renouvelables se développent et fournissent 13 TWh d'électricité supplémentaires d'ici 2050, elles ne peuvent se substituer à la production des centrales nucléaires mises à l'arrêt. Les besoins en électricité, autrement plus importants, sont ainsi couverts par sept à huit centrales à gaz à cycle combiné et par des importations (figure 2).

Pour concrétiser ce scénario, quelque 25 milliards de CHF seront investis dans de nouvelles installations de production en Suisse d'ici 2050. Le plan de développement «Réseau stratégique 2020» pour le réseau de transport suisse doit être mis en place dans les délais impartis. Il convient dans le même temps de consolider les réseaux de transport des pays voisins de façon substantielle. En outre, le réseau de distribution doit être renforcé afin de pouvoir intégrer les énergies renouvelables.

D'ici 2050, il faudra tabler au total sur des investissements d'environ 118 milliards de CHF pour la production d'électricité et pour les réseaux. Le prix de l'électricité augmentera, par rapport à aujourd'hui, de quelque 30 % sans compter l'inflation, les coûts de l'optimisation de l'efficacité énergétique et les autres impôts et taxes.

Le scénario «chemin de montagne» présuppose des interventions de la Confédération plus importantes qu'aujourd'hui, principalement au moyen d'instruments s'inscrivant dans la logique du marché et basés sur les incitations. Une communication et une information accrues ainsi que des incitations par les prix permettent de réguler la demande. A cela s'ajoutent des prescriptions plus strictes en matière d'efficacité énergétique des bâtiments, un développement du programme Suisse Energie, un durcissement des règles appliquées à la consommation des appareils électroniques et l'établissement d'objectifs de réduction contraignants destinés aux grands consommateurs.

En ce qui concerne les investissements dans la production d'électricité, des incitations sont également mises en place au moyen d'instruments s'inscrivant dans la logique du marché – par exemple pour la consolidation et la transformation de la grande hydraulique –, des plans directeurs sont établis et des lois protectrices assouplies afin de pouvoir développer les forces éolienne et hydraulique.

Le sentier alpin

Le deuxième scénario emprunte un sentier alpin, plus ardu que le chemin de montagne présenté ci-dessus. La Suisse se fixe là l'objectif ambitieux de réduire les émissions de gaz à effet de serre conformément aux accords internationaux sur le climat. Dans ce scénario, l'opinion publique et le contexte politique ont changé radicalement et durablement. L'efficacité énergétique est plus élevée que dans le premier scénario et les énergies renouvelables sont davantage développées.

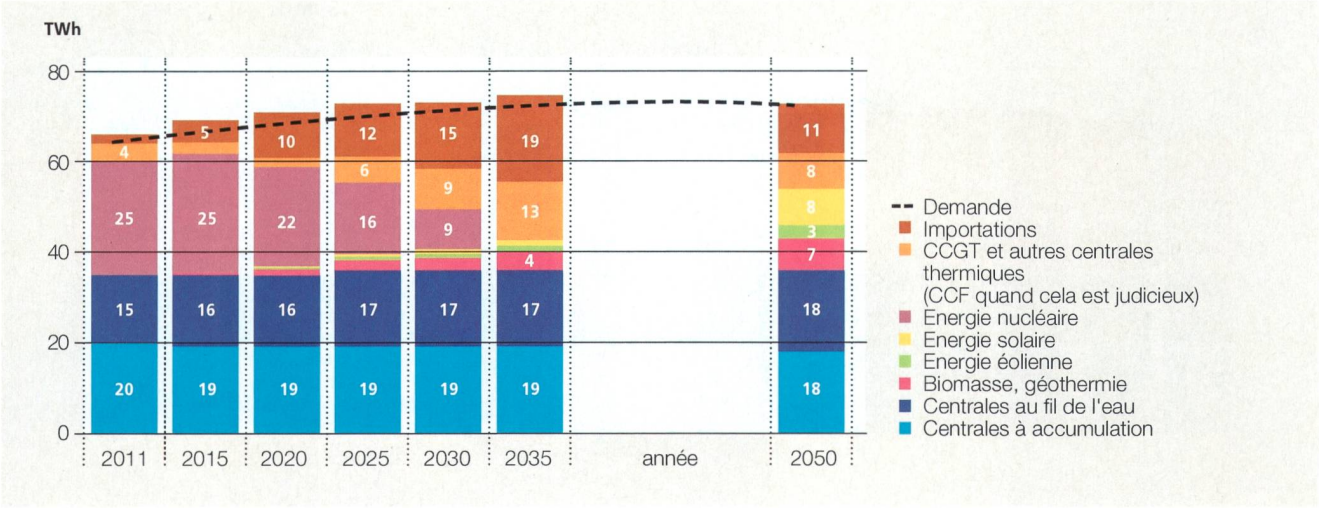


Figure 3 Evolution de l'offre et de la demande dans le scénario 2.

La demande d'électricité augmente moins vite: d'ici 2050, elle croît de 15 % pour s'établir à 73 TWh, la hausse ayant principalement lieu avant 2035. Les énergies renouvelables se développent de façon significative, surtout à partir de cette date. En 2050, elles produisent 23 TWh de plus par an, couvrant alors près de 70 % de la demande en moyenne annuelle. Les centrales nucléaires mises à l'arrêt n'étant cependant pas remplacées, on recourt à des importations d'électricité et aux services d'environ quatre à cinq centrales à gaz à cycle combiné pour satisfaire les besoins (figure 3).

D'ici 2050, ce sont au total 40 milliards de CHF qui sont investis dans les nouvelles installations de production en Suisse. Ce scénario induisant une utilisation accrue des sources d'énergie renouvelables, le réseau de distribution doit être davantage renforcé. En outre, en ce qui concerne le réseau de transport, il convient de mettre en œuvre le plan « Réseau stratégique 2020 » de Swissgrid. D'ici 2050, quelque 135 milliards de CHF sont investis dans la production et les réseaux. Le prix de l'électricité augmente de près de 45 % corrigés de l'inflation et encore une fois hors coûts de l'optimisation de l'efficacité énergétique et hors impôts et taxes supplémentaires.

Le scénario prévoit, outre des instruments s'inscrivant dans la logique du marché, un plus grand interventionnisme de la part de la Confédération. En ce qui concerne la demande, plusieurs mesures sont possibles: une taxe incitative qui s'appliquerait à toutes les sources d'énergie, de nouvelles prescriptions en matière de consommation et le renforcement des règles existantes, ainsi que le développement d'aides exceptionnelles à l'investissement, telles que des déductions d'impôts. De plus amples assouplissements des dispositions protectrices et une augmentation supplémentaire de la rétribution à prix coûtant du courant injecté, notamment, incitent au développement des énergies renouvelables.

La voie d'escalade

Le troisième scénario pour l'approvisionnement électrique du futur, de loin le plus exigeant, s'apparente à une voie d'escalade. Les valeurs sociétales y sont profondément modifiées, la population accepte de faire des sacrifices. Des objectifs très ambitieux de politique énergétique et environnementale conduisent en 2050 à un approvisionnement en électricité provenant à 100 % de sources d'énergie renouvelable en moyenne annuelle. L'électricité importée est elle aussi exclusivement issue de sources d'énergie renouvelables.

Ce scénario s'appuie sur le concept de la société à 2000 watts ou 1 tonne de CO_2 par habitant. Les comportements de consommation d'électricité changent fondamentalement et l'efficacité énergétique et électrique croît sensiblement. La demande diminue d'ici 2050 de 7 % par rapport à aujourd'hui, chutant à 60,5 TWh. La production d'électricité renouvelable augmente quant à elle de 32 TWh supplémentaires. La construction de centrales à gaz à cycle combiné est exclue dans ce scénario. Quand cela s'avère judicieux, des installations de couplage chaleur-force sont, au cas par cas, érigées (figure 4). Les centrales de pompage-turbinage suisses sont exploitées de façon nettement plus intensive. D'ici 2050, 50 milliards de CHF au total sont investis dans de nouvelles installations de production en Suisse.

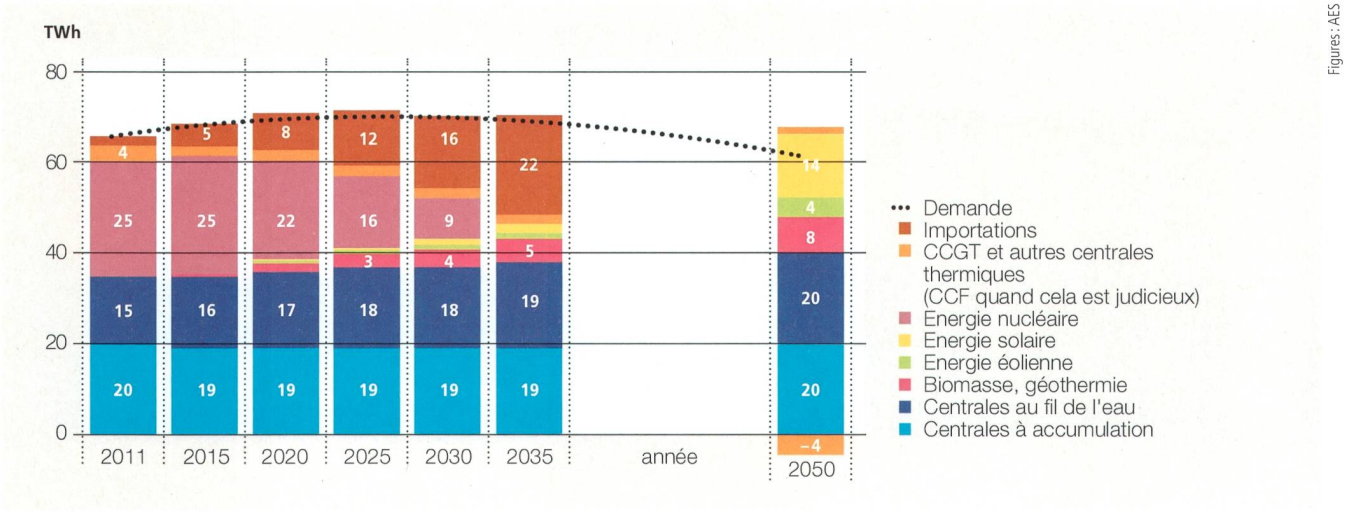
Ce scénario intègre également le plan d'extension du réseau de transport électrique suisse « Réseau stratégique 2020 ». En outre, les investissements substantiels dans le réseau de distribution réalisés en vue de l'intégration des énergies renouvelables ne sont pas simplement destinés à entretenir le parc ou à le renouveler: au total, près de 150 milliards de CHF sont investis dans la production et les réseaux. Le prix de l'électricité augmente, d'ici 2050, de quelque 75 % hors inflation par rapport au niveau actuel. Ce chiffre ne prend pas en considération les mesures d'efficacité énergétique et les autres impôts et taxes.

Le scénario de la voie d'escalade présuppose une forte régulation des applications énergétiques et de l'économie énergétique. Il faudrait instaurer une réforme fiscale écologique, des directives rigoureuses en matière d'efficacité ou des prescriptions au niveau de la consommation pour gérer la demande, une simplification des procédures comme par exemple un renoncement partiel à certaines zones dans l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale, ainsi que des subventions beaucoup plus élevées pour les énergies renouvelables.

Principales conclusions

L'analyse des scénarios mène aux conclusions suivantes:

La stabilisation de la consommation d'électricité requiert des efforts significatifs en matière d'efficacité énergétique, ainsi que l'acceptation des mesures cor-



Figures: AES

Figure 4 Evolution de l'offre et de la demande dans le scénario 3.

respondantes de la part de la société. Plus les objectifs de politique énergétique fixés sont ambitieux, plus la voie empruntée est difficile et coûteuse.

L'électricité constitue l'énergie clé du futur; elle améliore l'efficacité énergétique globale, notamment via le remplacement des sources d'énergie fossiles dans le domaine du chauffage et de la mobilité. Les technologies « intelligentes » offrent la possibilité de mieux coordonner l'offre et la demande d'électricité et de désengorger le réseau, permettant ainsi de réduire son extension au minimum.

Les énergies renouvelables gagnent en importance et contribuent de façon substantielle à l'approvisionnement en électricité. Les importations et, la plupart du temps, les centrales à gaz à cycle combiné restent néanmoins nécessaires. De plus, les centrales nucléaires existantes jouent un rôle essentiel dans la sécurité d'approvisionnement de la Suisse. Elles devraient ainsi être exploitées tant qu'elles ne présentent aucun risque. Certains mois, des importations d'électricité à hauteur de 70 % maximum sont requises.

L'intégration au marché européen est nécessaire pour garantir l'avenir de l'approvisionnement en électricité helvétique. Ce n'est que si la Suisse développe ses relations internationales en collaboration avec ses voisins que tous pourront s'assister mutuellement en cas de variations de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables. La Suisse pourra en outre conserver sa fonction de plaque tournante du secteur de l'électricité. L'accord bilatéral sur l'électricité avec l'UE jouera alors un rôle déterminant.

Plus les objectifs d'économie d'électricité seront stricts, plus la marge de manœuvre du secteur privé sera réduite et plus les pouvoirs publics devront intervenir.

Le fort développement des énergies renouvelables éloigne également du marché: le scénario 3 nécessite d'ici 2050 des taxes considérables (45 % du prix de l'électricité) pour lever des fonds à cette fin, ainsi que des concessions importantes dans le domaine de la protection du paysage.

La société doit faire face à des conflits d'intérêts : il faudra compter soit avec des émissions de CO_2, soit avec un impact sur les cours d'eau, le paysage et l'environnement. Ainsi, le scénario 1 mène, par rapport à aujourd'hui, à une augmentation de quelque 15 % du total annuel des émissions de CO_2 en Suisse, tandis que le scénario 3 conduit à la construction, entre autres, de 1250 éoliennes.

Une somme comprise entre 118 et 150 milliards de CHF doit être investie dans la production et les réseaux d'ici 2050, dont plus de 70 milliards d'ici 2035.

En raison des coûts relatifs aux nouvelles capacités de production et aux réseaux, le prix de l'électricité augmentera de 30 % à 75 %, hors inflation. A cela s'ajoutent des coûts inhérents aux mesures d'efficacité énergétique.

Un changement de cap s'avérerait onéreux: si la réduction de la consommation devait être moins importante que prévu dans le scénario 3 et que l'on restait par exemple au niveau du scénario 2, les coûts énergétiques annuels liés au développement des centrales et aux importations supplémentaires seraient supérieurs de près de 20 % ou d'environ 1,5 milliard de CHF (hors subventions en faveur des énergies renouvelables) en 2050.

Les vastes investissements réalisés sur des dizaines d'années nécessitent une large acceptation de tous les groupes d'intérêts à long terme, ainsi que des conditions-cadres coordonnées et stables. Par ailleurs, la construction de réseaux et d'installations de production nécessite des procédures plus strictes.

Il n'existe donc pas de voie royale. La refonte du système d'approvisionnement en électricité est complexe et délicate, chaque scénario présentant ses avantages et ses inconvénients. Etant donné que ce sont les hommes politiques au pouvoir et la population suisse qui détermineront la voie empruntée, l'étude ne donne aucune recommandation quant au choix de scénario pour l'approvisionnement électrique du futur. Elle montre plutôt de façon transparente les conséquences de chacune des options possibles qui se traduisent par des conflits d'intérêts ou des coûts significatifs.

Bibliographie

- AES: Scénarios pour l'approvisionnement électrique du futur – Rapport global, 2012.

Lien

- L'étude globale ainsi que les études partielles peuvent être consultées sur: www.electricite.ch > Dossiers > Etude avenir de l'électricité

Informations sur les auteurs

Niklaus Zepf était directeur du comité de pilotage de l'étude «Scénarios pour l'approvisionnement en électricité du futur».

Axpo Holding AG, 5401 Baden
niklaus.Zepf@axpo.ch

Sabine Löbbe était chef de projet de l'étude «Scénarios pour l'approvisionnement en électricité du futur».

Löbbe Consulting, DE-79539 Lörrach
loebbe@loebbeconsulting.com

SOPTIM
Zukunft gestalten

Peter Hüsser
Geschäftsleiter SOPTIM Swiss GmbH

Intelligente Energieversorgung für morgen

Neue Marktplätze für erneuerbare Produktion und smarte Netze: Der intelligente Weg zum Ausgleich zwischen Produktion und Verbrauch. Mit unseren Lösungen agieren Sie dabei erfolgreich im Markt.

Die SOPTIM Anwendungsexperten: 031 869 65 14 www.soptim.ch