

Le chemin semé d'embûches vers un approvisionnement énergétique sûr et respectueux du climat

Par **Eduard Kiener**, 14 octobre, 2022

Conférence du 3 octobre 2022 donnée à l'Université de Zurich

1. Pénurie d'énergie : un risque longtemps refoulé

Après une longue période d'énergie abondante et peu coûteuse, la situation de l'approvisionnement a radicalement changé. Les prix de l'énergie augmentent déjà depuis la mi-2021 ; en raison de la guerre en Ukraine, ils ont grimpé à des niveaux jamais atteints ; il y a même une menace de pénurie d'électricité et de gaz pour l'hiver prochain. Les milieux politiques, économiques et sociaux sont inquiets à un point que nous n'avions plus vu depuis la crise pétrolière de 1973/74.

Une pénurie d'électricité qui durerait plusieurs semaines serait particulièrement dangereuse. Selon les analyses de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP), elle présente le plus grand potentiel de dommages de tous les risques économiques examinés. On ne peut dire aujourd'hui si une pénurie d'électricité se produira lors d'un prochain hiver et dans quelle mesure les dispositions prévues fonctionneront ; nous ne pouvons qu'espérer.

2. Une politique énergétique insuffisante

2.1. Le cadre de la politique énergétique

La situation précaire à court terme de l'approvisionnement énergétique n'est pas uniquement imputable à l'évolution mondiale difficile et à la guerre en Ukraine ; elle est en partie de notre propre fait. Les contraintes à long terme sont encore plus importantes en raison des dispositions légales. Ce cadre juridique est constitué de deux décisions de politique énergétique d'une importance vitale pour la société et l'économie : la « Stratégie énergétique 2050 » et la neutralité carbone (« zéro émission ») :

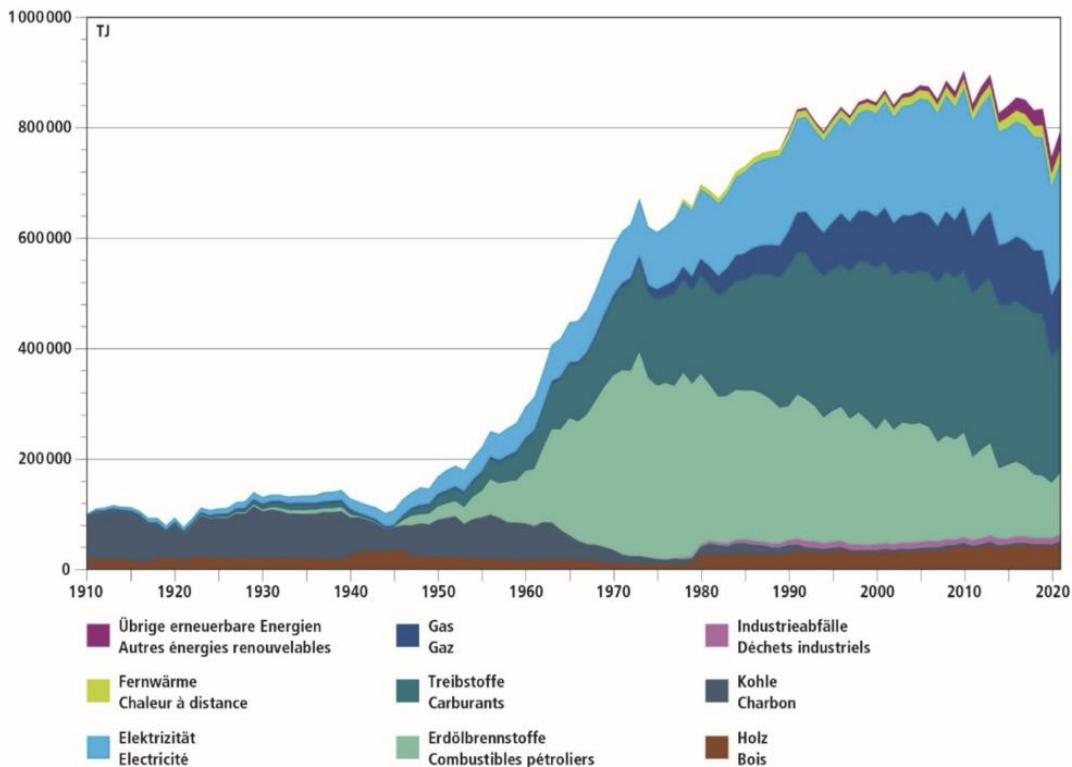
- La « Stratégie énergétique 2050 » a été adoptée en votation populaire en 2017 et la loi révisée sur l'énergie est entrée en vigueur en 2018. L'efficacité énergétique était et reste un axe indispensable, mais l'objectif premier était de remplacer à temps les 25 TWh d'électricité produite à partir de l'énergie nucléaire par de l'électricité issue de sources d'énergie renouvelables. Le défi est de taille et notre pays n'est pas sur la bonne voie.
- L'objectif de « zéro émission » décidé par le Conseil fédéral en 2019 exige qu'aucun gaz à effet de serre ne soit plus émis à partir de 2050. Plus aucun combustible ou carburant fossile ne pourra alors être utilisé et le « zéro émission » exige que les émissions inévitables pour des raisons techniques soient compensées. De plus, lors de la session d'automne 2022, le Parlement a adopté la loi fédérale sur les objectifs de protection du climat, l'innovation et le renforcement de la sécurité énergétique.

La neutralité carbone (« zéro émission ») est la nouvelle ligne directrice de la politique énergétique, encore bien plus ambitieuse que la « Stratégie énergétique 2050 ». Les idées à cet égard sont consignées dans les « Perspectives énergétiques 2050+ » de novembre 2020 ; elles sont destinées à « représenter les réalités futures possibles ». Comme référence de base pour mesurer l'évolution, c'est le scénario ZÉRO des « Perspectives énergétiques 2050+ » qui est utilisé. Il fournit également les nouvelles valeurs cibles pour la production d'électricité fixées par le Conseil fédéral dans le cadre de la révision en cours de la loi sur l'énergie et de la loi sur l'approvisionnement en électricité. Je m'y réfère dans les explications qui suivent, malgré mes réserves.

2.2. De l'électricité plutôt que des combustibles fossiles et de l'énergie nucléaire

Le graphique suivant, tiré de la « Statistique globale suisse de l'énergie 2021 » illustre de manière impressionnante les défis à relever. La « Stratégie énergétique 2050 » exige que 40% de l'électricité, soit celle issue de l'énergie nucléaire, soit remplacée par de l'électricité issue de sources renouvelables. « Zéro émission » signifie décarbonation, ce qui veut dire que d'ici le milieu du siècle, la consommation de combustibles fossiles, de pétrole, de gaz naturel et de charbon, soit 60% de la consommation totale d'énergie, doit être réduite à zéro.

Fig. 1 Endenergieverbrauch 1910–2021 nach Energieträgern
Consommation finale 1910–2021 selon les agents énergétiques



BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2021 (Fig. 1)
OFEN, Statistique globale suisse de l'énergie 2021 (fig. 1)

Les orientations de la politique énergétique restent inchangées, même avec l'objectif de décarbonation « zéro émission ». Il s'agit premièrement de consommer l'énergie avec parcimonie grâce à l'efficacité dans son utilisation dans les bâtiments, la mobilité et les applications électriques, ainsi que dans les processus industriels et commerciaux. Deuxièmement, il faut mettre à disposition l'énergie nécessaire, mais désormais sans combustibles fossiles et, par volonté politique, sans énergie nucléaire. Outre l'utilisation directe, mais quantitativement limitée, de la chaleur solaire et de la biomasse, il ne reste donc que l'électricité provenant de sources renouvelables. Celle-ci deviendra la valeur de référence de l'approvisionnement énergétique futur.

Certes, l'électricité ne couvre aujourd'hui qu'un bon quart des besoins énergétiques des consommateurs finaux. Cependant comme on le sait, rien ne fonctionne sans électricité, c'est pourquoi elle est déjà le pilier le plus important sur le plan fonctionnel de l'approvisionnement énergétique du pays et elle domine depuis longtemps la politique énergétique. Pour des raisons techniques, le remplacement des agents fossiles se fera en grande partie par l'électricité. Les pompes à chaleur remplaceront les systèmes de chauffage au mazout et au gaz, les automobiles seront propulsées par des moteurs électriques au lieu de moteurs à combustion. L'avenir énergétique sera donc électrique.

L'électricité peut fournir presque tous les services énergétiques. Les exceptions sont la propulsion des avions, certains processus industriels et probablement aussi le transport routier sur de longues distances. Tout cela nécessitera des carburants et combustibles synthétiques, dont la plupart seront à l'avenir produits à partir d'électricité via l'hydrogène. Les procédés pour ce faire (*Power to Gas* et *Power to Liquids – P2G et P2L*) sont disponibles, mais ne sont pas encore utilisés à l'échelle industrielle nécessaire.

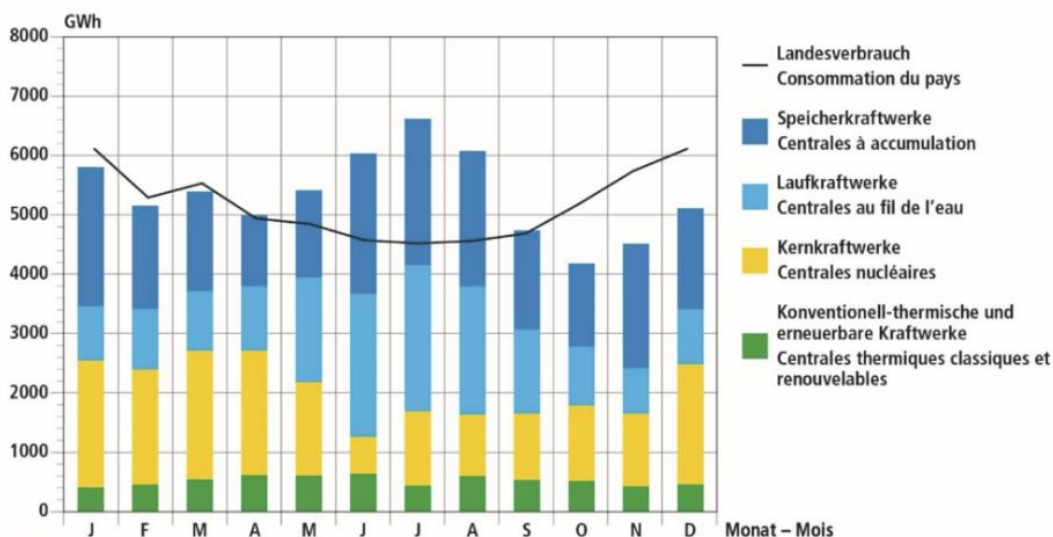
2.3. Une dangereuse dépendance aux importations d'électricité

La réussite de la « Stratégie énergétique 2050 » et de la neutralité carbone (« zéro émission ») se jouera sur le front de l'électricité : quelle quantité d'électricité a-t-on besoin ? Est-il possible de fournir à temps suffisamment d'électricité à partir de sources renouvelables ?

Tout d'abord, il convient de se souvenir que la situation de l'approvisionnement en électricité se dégrade. Jusqu'à présent, les bilans annuels étaient généralement positifs grâce aux excédents d'été, mais l'année civile 2021 a déjà enregistré un excédent d'importation considérable de 2,4 TWh. En hiver, notre pays est depuis longtemps un importateur net d'électricité. Au cours des trois premiers mois de 2021, l'approvisionnement national était encore peu dépendant des importations, mais durant l'hiver 2021/22 (du 1^{er} octobre 2021 au 31 mars 2022), il a fallu importer beaucoup d'électricité, l'excédent d'importation était déjà de 7,8 TWh, soit 23% de la consommation nationale. Cela doit donner matière à réflexion.

Le graphique 10, tiré de la « Statistique suisse de l'électricité 2021 » illustre le problème fondamental de l'approvisionnement en électricité. La consommation (ligne noire) est beaucoup plus élevée en hiver qu'en été. Malgré les bassins d'accumulation, l'hydroélectricité (en bleu) produit moins d'électricité en hiver qu'en été; l'énergie nucléaire (en jaune) présente en revanche, une forte contribution hivernale, car les révisions sont effectuées en été. Les nouvelles sources d'énergie renouvelables (en vert) ne pèsent pas encore lourd dans la balance.

Fig. 10 Monatliche Erzeugungsanteile und Landesverbrauch im Kalenderjahr 2021
Quotes-parts mensuelles et consommation du pays durant l'année civile 2021



BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2021 (Fig. 10)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2021 (fig. 10)

2.4. La consommation d'électricité augmente

Les « Perspectives énergétiques 2050+ » donnent pour l'année 2050 une consommation d'électricité de 84 TWh, soit une demande supplémentaire de 18 TWh ou 27% par rapport à l'année de référence 2019. Les mots-clés ici sont l'évolution de la population, l'informatique et la décarbonation. L'augmentation due à l'électromobilité est peu susceptible de varier selon les saisons, la décarbonation de la production de chaleur provoque une consommation

supplémentaire principalement pendant les mois d'hiver. Cela signifie que la courbe de consommation se déplace considérablement vers le haut, davantage pendant les mois d'hiver que pendant les mois d'été.

2.5. Production d'électricité

Pour la production d'électricité purement renouvelable, puisque souhaitée sans nucléaire au niveau politique, seules l'hydroélectricité et les sources d'énergie dites nouvelles et renouvelables (REN), soit le photovoltaïque, l'éolien, la biomasse et la géothermie, seront disponibles après la transition énergétique :

- L'hydroélectricité est largement utilisée, il y a peu de possibilités de production supplémentaire. Il faut au contraire se réjouir si la production ne baisse pas en raison des débits résiduels plus élevés. Cependant, l'hydroélectricité reste l'épine dorsale de l'approvisionnement en électricité ; cela nécessitera notamment une extension du stockage saisonnier.
- Le photovoltaïque a de loin le plus grand potentiel d'expansion et devra fournir la part du lion de l'expansion de la production d'électricité. Sa production fluctuante nécessitera une expansion et une conversion importantes du réseau électrique.
- L'énergie éolienne stagne à un faible niveau depuis longtemps. Une expansion limitée est possible, mais la Suisse n'est pas un pays très venteux et les nouvelles turbines rencontrent une résistance presque partout.
- La production d'électricité à partir de la biomasse stagne également et a peu de potentiel de développement.
- L'énergie géothermique est utile pour la production de chaleur, mais guère pour la production d'électricité.

En raison de la prédominance du photovoltaïque, la production d'électricité (barres colorées) augmentera principalement en été, de sorte que les excédents estivaux augmenteront. En juillet 2021, l'excédent de production et d'exportation d'électricité a atteint un sommet. À quoi cela pourrait-il ressembler en 2050 ? Selon les « Perspectives énergétiques 2050+ », 37,5 GW de photovoltaïque doivent alors être installés. Pour estimer la production photovoltaïque de juillet 2050, on prend prudemment 150 heures de production d'électricité, sur la base de l'expérience de 2022. Il en résulte une production photovoltaïque théorique de 5,6 TWh en juillet 2050. La barre de production de juillet 2050 serait ainsi presque deux fois plus élevée qu'en 2021.

2.6. Production d'électricité : réelle/cible

Pour que la consommation d'électricité soit couverte en 2050, les nouvelles sources d'énergie renouvelables, qui ont produit 5 TWh l'an dernier, devront alors générer 39 TWh pour un bilan annuel équilibré, selon les « Perspectives énergétiques 2050+ ». De ce nombre, 34 TWh, soit 86%, devraient provenir du photovoltaïque, ce qui nécessite 200 km² de modules. D'ici le milieu du siècle, des systèmes de REN devront être installés chaque année pour produire en plus 1,28 TWh. Si les objectifs récemment adoptés par le Conseil des États (35 TWh en 2035, 45 TWh en 2050) devaient être atteints, il faudrait ajouter de quoi produire jusqu'à 2,3 TWh chaque année. La croissance précédente était beaucoup plus faible, en 2021, elle n'était que de 0,28 TWh. Il y a donc un fossé entre le désir politique et la réalité future. Des objectifs toujours plus ambitieux peuvent rassurer, mais sans mesures de soutien et réglementations appropriées, ils ne sont d'aucune utilité.

Le développement insuffisant est un problème permanent dans la politique énergétique ; il se reflète également dans la comparaison entre valeurs réelles et valeurs cibles, soit entre la production d'électricité à partir de nouvelles sources d'énergie renouvelables et les attentes

manifestement exagérées des « Perspectives énergétiques 2050+ » et a fortiori du Conseil des États.

Comparaison entre valeurs réelles et valeurs cibles de la nouvelle production d'électricité renouvelable (REN)

TWh	État 2021 ^[1]	Attendu en 2050 ^[2]	État 2021 / attendu en 2050
Photovoltaïque	2,842	33,600	8,5%
Éolien	0,146	4,300	3,4%
Biomasse	2,000	2,200	90,9%
Géothermie	–	2,000	0%
Total	4,988	42,100	11,8%
Réduction de l'injection ER	–	–3,000	–
Total	4,988	39,100	12,8%

[1] « Statistique globale suisse de l'énergie 2021 », tableau 24

[2] « Perspectives énergétiques 2050+ », scénario ZERO base, avec réduction de –3 TWh

Le subventionnement court depuis 2009 et, jusqu'à présent, environ 7 milliards ont été versés ; malgré cela, seule 13% de la production d'électricité supplémentaire nécessaire a été réalisée. On ne voit pas comment le retard pourra être rattrapé d'ici 2050, malgré la prolongation des subventions, malgré des projets photovoltaïques alpins intéressants et malgré des procédures facilitées. Partout, des voix s'élèvent pour réclamer davantage de recours aux sources d'énergie renouvelables. C'est une bonne chose, mais les obstacles ne doivent pas être occultés : coûts d'investissement élevés, manque de volonté d'investir de la part de nombreux propriétaires immobiliers, manque de spécialistes, approvisionnement limité en équipements et en matériaux, problèmes d'autorisation et même, plus récemment, retard dans les connexions au réseau. En outre, le Conseil fédéral et le Conseil des États ne veulent pas augmenter la surtaxe pour le réseau et donc le cadre de financement. Je serais heureux si, contre toute attente, le développement de la production d'électricité et du reste du système électrique pouvait progresser de manière à atteindre les objectifs fixés.

2.7. La production d'électricité seule ne suffit pas, le système électrique doit être étendu

Les « Perspectives énergétiques 2050+ » supposent un équilibre annuel de la consommation et de la production pour 2050. Mais même si cela était réalisé, l'approvisionnement électrique ne serait pas garanti :

- L'approvisionnement hivernal est déterminant et continuera de présenter un déficit élevé.
- Les « Perspectives » supposent qu'il sera toujours possible d'importer une quantité suffisante d'électricité alors que c'est loin d'être le cas, notamment en raison de l'abandon du nucléaire et du charbon en Allemagne et des difficultés de la France à réhabiliter et à remplacer son parc nucléaire.
- Les *térawattheures* ne sont pas la seule mesure de la sécurité d'approvisionnement, car l'énergie doit être disponible en fonction des besoins, c'est-à-dire quand elle est nécessaire.
- Le fait que l'augmentation de l'électricité provienne principalement du photovoltaïque est ici décisif. Pour la même quantité annuelle d'énergie, il faut installer en puissance dix fois plus de photovoltaïque que de nucléaire, et même treize fois plus pour la même énergie hivernale. Les conséquences sont une production d'électricité fortement fluctuante, calibrée sur l'été et avec des pics de puissance.

- Seulement environ 30% du photovoltaïque est produit en hiver, justement là où la consommation est forte; ce qui nécessitera de nouveaux systèmes de stockage saisonniers ; les possibilités d'expansion réalistes des centrales de stockage ne sont estimées qu'à environ 2 TWh. Il est donc essentiel qu'au minimum les 15 projets sélectionnés lors de la table ronde sur l'hydroélectricité à fin 2021 soient réalisés.
- Comme le photovoltaïque ne produit pas la nuit, d'autres sources d'électricité seront nécessaires, probablement principalement à partir de la force hydraulique et du stockage à court terme.
- De plus, le problème de contrôle du réseau devient aigu. Pour les 33,6 TWh d'électricité photovoltaïque requis en 2050, une puissance de 37,5 GW doit être installée – ceci est à comparer à la puissance maximale demandée aujourd'hui par les consommateurs de 10 GW (et même nettement inférieure en été), et une capacité de pompage maximale des centrales hydroélectriques de 3,5 GW. Il est donc prévisible que le réseau sera rapidement surchargé, même en cas de faible augmentation du photovoltaïque lors de fort rayonnement solaire. L'approvisionnement à partir de sources d'énergie renouvelables deviendra donc de plus en plus difficile à maîtriser en termes de réglage. De plus en plus souvent l'alimentation sera trop forte pour le réseau, il sera alors nécessaire de la réguler; des installations de production d'électricité seront alors arrêtées, ce qui limitera la production.
- Si, à l'avenir, de nombreuses pompes à chaleur génèreront simultanément de la chaleur, que des voitures électriques seront en charge, ou que de puissants systèmes photovoltaïques fourniront de l'électricité, des pics de charge jusqu'alors inconnus se manifesteront à tous les niveaux du réseau électrique. Répondre à la demande sera donc encore plus exigeant qu'auparavant.
- Dans un approvisionnement énergétique constitué seulement d'agents renouvelables, des combustibles et des carburants artificiels comme déjà mentionnés (*P2L*), seront nécessaires pour certains processus industriels, le trafic aérien et le transport de marchandises sur de longues distances. Ces carburants pourront également être utilisés pour le stockage.

Tout cela montre qu'avec la proportion croissante d'apport fluctuants et incontrôlables, des changements structurels et des extensions du système électrique seront de plus en plus nécessaires. Toutefois, les mesures nécessaires à cet effet font encore largement défaut dans les propositions législatives actuelles de la Confédération. Les exceptions sont une augmentation obligatoire de la production d'électricité hivernale de 2 TWh, de préférence par le biais de centrales hydroélectriques à accumulation subventionnées, et des dispositions pour les besoins des flexibilités et de réglage.

Après de nombreuses années insouciantes, les politiques ont au moins pris conscience d'une chose : l'approvisionnement n'est en aucun cas garanti. C'est pourquoi une réserve d'énergie judicieuse est introduite pour les situations d'approvisionnement critiques, et ce par voie d'urgence.

2.8. La « Stratégie énergétique 2050 » et la stratégie « zéro émission » échoueront-elles ?

Le fait que le pilier décisif de la « Stratégie énergétique 2050 » et de la décarbonation « zéro émission », c'est-à-dire l'approvisionnement électrique, soit aujourd'hui mal positionné peut se résumer en une phrase : pendant des décennies, on n'a guère investi dans la production d'électricité, l'extension du réseau et le stockage. Seules deux grandes centrales de pompage-turbinage ont récemment été mises en service et les sources d'énergie renouvelables ont été et sont toujours encouragées.

Vu d'aujourd'hui, il semble exclu que, d'ici 2050, l'approvisionnement en énergie soit entièrement renouvelable et qu'il n'y ait plus d'émissions de gaz à effet de serre dues à l'énergie. *A fortiori*, il ne sera pas possible de mettre fin à la grave dépendance que représentent les importations hivernales d'électricité. La bonne nouvelle annoncée en novembre 2020, lors de la publication des « Perspectives énergétiques 2050+ », à savoir que les « objectifs climatiques et énergétiques 2050 seront atteints » est tout simplement fautive. Beaucoup de choses étaient et sont toujours des vœux pieux. Toutefois, et même si les objectifs ne sont pas atteints à temps, il faut reconnaître qu'une politique énergétique renforcée a été engagée et qu'elle va dans une bonne mesure dans la bonne direction.

3. Ce n'est pas possible sans énergie nucléaire

L'erreur la plus importante de la politique énergétique suisse est l'abandon de l'énergie nucléaire. L'évolution à ce jour montre clairement qu'elle sera nécessaire pendant longtemps encore en tant que pilier de l'approvisionnement électrique. Le renoncement à la production d'électricité par l'énergie nucléaire va à l'encontre de la sécurité d'approvisionnement et de la protection du climat. Dans la situation critique actuelle de l'approvisionnement, il est donc essentiel d'utiliser les quatre réacteurs nucléaires encore en service tant que leur sûreté est garantie, et il faudrait également que de nouvelles centrales soient construites rapidement.

Pourquoi l'énergie nucléaire ?

- Elle fournit de l'énergie de base avec une part importante en hiver. Si la charge de base continue d'être couverte dans une large mesure par l'énergie nucléaire, au lieu d'être remplacée par du photovoltaïque et de l'éolien produisant de l'électricité volatile et incontrôlable, les besoins en changements structurels et d'expansion du système électrique s'en trouveront considérablement réduits. L'alimentation sera plus stable, également grâce à l'inertie des masses en rotation des turbines et des générateurs. Remplacer l'énergie de base des centrales nucléaires par une production volatile et non contrôlable est fondamentalement une erreur du point de vue énergétique et économique.
- En raison de sa densité énergétique élevée, l'énergie nucléaire a peu d'impact sur le climat, seule l'hydroélectricité a des émissions spécifiques de gaz à effet de serre plus faibles. C'est ce qu'ont démontré des analyses approfondies des cycles de vie réalisées par l'Institut Paul Scherrer (PSI). Pour la production d'électricité, l'énergie nucléaire s'avère plus respectueuse du climat que les nouvelles sources d'énergie renouvelables et ne nécessite aucun stockage, chose qui cause également des émissions de CO₂. Si un approvisionnement en électricité entièrement renouvelable devait être affecté par une grave panne et que la production de combustibles fossiles devait inévitablement intervenir, l'impact climatique augmenterait également. L'abandon progressif de l'énergie nucléaire nuit au climat – cette déclaration n'est pas souvent entendue.
- Grâce à de nombreux rééquipements, les centrales nucléaires suisses sont maintenues à un niveau de sûreté qui leur permet de continuer à fonctionner pendant un certain temps. Les nouveaux réacteurs sont encore plus sûrs et plus économiques à long terme. En raison de la forte densité énergétique de l'énergie nucléaire, la gestion des déchets nucléaires est un problème qualitatif et non quantitatif. Elle est poursuivie avec détermination par la Nagra et le Conseil fédéral.
- L'approvisionnement en éléments combustibles peut être sécurisé pendant plusieurs années à moindre coût et sans dépendre d'États fournisseurs douteux.
- On ne cesse d'affirmer, depuis longtemps, que le photovoltaïque est moins cher que l'énergie nucléaire. Cependant, l'étude de marché actuelle réalisée par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) montre que les coûts d'investissement et de production spécifiques des installations réalisées sont loin d'être aussi bas qu'on le dit. Si le photovoltaïque était

vraiment rentable et pouvait s'imposer sur le marché, les subventions à l'investissement n'auraient pas dû être augmentées dernièrement jusqu'à 60% ! Comme le montre un rapport du PSI à l'attention de l'OFEN, l'énergie nucléaire produit de l'électricité à moindres coûts que les nouvelles sources d'énergie renouvelables. La transition énergétique est donc moins chère avec l'énergie nucléaire que sans.

- On ne cesse de répéter que les nouvelles centrales nucléaires arriveront trop tard et ne résoudront pas la crise énergétique. L'absence de construction de nouvelles centrales pendant des décennies se paie aujourd'hui de manière drastique. En hiver, nous devons vivre encore longtemps avec des déficits d'électricité, même en cas de développement accéléré de la production d'électricité renouvelable. Si la volonté politique existait, une nouvelle centrale nucléaire de 1 GW pourrait être construite en 15 ans et fournirait plus de 7 TWh par an dont 4 TWh d'électricité hivernale. Pour obtenir la même énergie en hiver avec du photovoltaïque, en calculant avec optimisme, il faudrait installer 13 GW ; c'est 3,5 fois la capacité photovoltaïque installée aujourd'hui. La production d'électricité renouvelable ne peut pas non plus être développée assez rapidement pour éliminer le déficit hivernal. C'est pourquoi le développement simultané du recours aux sources d'énergie renouvelables et de l'énergie nucléaire est le seul moyen de réduire le plus rapidement possible les risques liés à l'approvisionnement en électricité.
- Notre approvisionnement en électricité serait en meilleur posture si les demandes d'autorisation générale pour les trois nouvelles centrales nucléaires, déposées avant Fukushima, n'avaient pas été rejetées par le DETEC sans nécessité.
- Personne ne veut construire de nouvelles centrales nucléaires, affirme-t-on également. Si celles-ci étaient subventionnées à peu près autant que les grandes installations photovoltaïques, qui reçoivent des contributions allant jusqu'à 60%, la volonté de l'industrie de l'électricité d'investir serait probablement là rapidement.

L'argument politique central contre l'énergie nucléaire est, bien sûr, qu'en 2017, le Souverain a décidé de sortir progressivement de l'énergie nucléaire avec l'adoption de la « Stratégie énergétique 2050 » ; c'est formellement correct. Cependant, la « Stratégie énergétique 2050 » allait bien au-delà de l'énergie nucléaire, à savoir une politique énergétique renforcée. On a promis que les mesures proposées permettraient de remplacer l'énergie nucléaire d'ici 2050, et, qu'en cas de nécessité, quelques centrales à gaz à cycle combiné seraient temporairement nécessaires.

Lors de la campagne de votation, on a souvent entendu l'exigence qu'il fallait enfin « aller de l'avant ». L'analyse des votes à la suite de la votation sur la « Stratégie énergétique 2050 » a montré que, pour 78% des votants, cela était la motivation pour dire « oui ». Mais, l'analyse a également montré que, pour une minorité de 38% des votants, la sortie du nucléaire était la principale raison d'un « oui » à la « Stratégie énergétique 2050 ». Le « oui » à la « Stratégie énergétique 2050 » n'était donc pas d'abord un « oui » contre l'énergie nucléaire, mais un « oui » pour une meilleure efficacité énergétique et pour un recours aux sources d'énergie renouvelables.

Même après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'énergie nucléaire n'a pas été fondamentalement rejetée par la population, comme l'a montré en 2016 le net refus par les électeurs suisses de l'initiative de sortie du nucléaire de l'époque. Il est toutefois indéniable qu'une nouvelle centrale nucléaire sera difficile à réaliser, car les réflexes antinucléaires sont forts et largement répandus, en particulier dans le monde politique. Le Parlement aura probablement du mal à lever l'interdiction des autorisations générales pour de nouvelles centrales nucléaires dans la loi sur l'énergie nucléaire. Mais, il sera tout aussi difficile de réaliser l'approvisionnement énergétique par des sources d'énergie renouvelables avec toutes les modifications du système et les transformations qui seront nécessaires.

4. Conclusion : efficacité énergétique, sources d'énergie renouvelables et énergie nucléaire

Les objectifs de la « Stratégie énergétique 2050 » et de décarbonation « zéro émission », en particulier pour la sûreté de l'alimentation électrique en hiver, sont ambitieux et la tendance actuelle du débat politique est de les renforcer davantage. Il ne sera pas possible de les atteindre en temps voulu en développant uniquement la production d'électricité renouvelable, même dans le contexte mouvementé actuel de la politique énergétique. L'énergie nucléaire est donc plus qu'une source possible d'électricité, elle est un élément indispensable dans la réalité énergétique suisse d'aujourd'hui.

La société et le monde politique doivent ici se poser la question politique des priorités en matière d'objectifs : qu'est-ce qui est le plus important pour nous, la sécurité de l'approvisionnement en électricité et la protection du climat, ou la sortie du nucléaire ? Il n'est pas possible d'avoir tout en même temps. Pour les politiciens de l'énergie et de l'environnement, cette alternative est une question désagréable. Ici et là, des opinions établies doivent être revues et, espérons-le, sans préjugés.

Pour ceux qui considèrent la protection du climat et la sécurité d'approvisionnement comme des objectifs sérieux, le mot d'ordre ne peut être que le suivant : efficacité énergétique, développement accru du recours aux sources d'énergie renouvelables et mise à disposition rapide de nouvelles ressources en énergie nucléaire. Parallèlement, l'ensemble du système électrique devra être développé. Une forte proportion de photovoltaïque nécessitera de nouveaux moyens de stockage, notamment saisonniers, ainsi qu'une extension et une transformation du réseau. Il est toutefois prévisible que toutes ces mesures ne permettront pas d'éliminer la dépendance aux importations et donc les risques qui y sont liés à long terme. D'ici là, la nouvelle réserve de stockage restera la mesure préventive la plus importante pour la sécurité d'approvisionnement.

5. Remarques sur la crise énergétique actuelle

Les explications précédentes étaient principalement consacrées à l'avenir énergétique. À l'heure actuelle, cependant, la menace d'un black-out, la pénurie de gaz et la hausse des prix de l'énergie préoccupent beaucoup plus la société et la politique. Les mesures de sauvetage des compagnies d'électricité doivent également être discutées.

La situation de l'approvisionnement mondial et européen, aggravée par la guerre en Ukraine, n'est pas la seule responsable de ces bouleversements. Dans une large mesure, ils sont de notre fait, car trop peu a été investi dans l'extension et la transformation du système électrique suisse.

5.1. L'industrie de l'électricité a négligé les investissements

Jusqu'à récemment, le marché européen de l'électricité offrait suffisamment d'électricité bon marché. L'industrie électrique et les politiciens sont donc partis du principe que l'électricité nécessaire pourrait toujours être importée à l'avenir. Ce point de vue est également implicite dans la « Stratégie énergétique 2050 » et dans les « Perspectives énergétiques 2050+ ». Ces documents sont donc parfois qualifiés de stratégies d'importation, mais ils ne méritent même pas cette appellation, car une stratégie d'importation devrait indiquer d'où l'électricité pourrait être importée en toute sécurité.

À ceux qui réclament une production nationale d'électricité suffisante, on rétorque qu'ils veulent l'autarcie. Or, ce n'est pas de cela qu'il s'agit, mais de la prévention de risques d'approvisionnement inadmissibles pour la société et l'économie. Il convient ici de rappeler notre dépendance aux importations en hiver. En cas de crise, l'expérience a montré que chaque pays doit se débrouiller lui-même. Il nous manque en outre un accord sur l'électricité avec l'UE.

C'est pourquoi nous avons besoin d'un secteur électrique puissant qui, en cas de pénurie, ne se contente pas de demander de l'aide, mais soit un acteur sérieux du marché. L'échange d'électricité reste un élément important d'approvisionnement et d'optimisation.

5.2. L'une des raisons de l'insuffisance des investissements : la libéralisation du marché de l'électricité

L'approvisionnement en électricité suisse a été établi comme un monopole pendant plus d'un siècle. Les entreprises de fourniture d'électricité se sentaient responsables de la sécurité d'approvisionnement de leurs clients et ont investi dans les centrales hydroélectriques et nucléaires et dans le réseau électrique en fonction de la demande croissante. Un mandat légal n'était pas nécessaire pour cela.

Avec la libéralisation du marché de l'électricité dans l'UE en 1995, et en Suisse en 2007, le marché de l'électricité a été réorganisé. Le commerce international de l'électricité au niveau de la très haute tension existe depuis longtemps, il servait à l'origine à optimiser la production, à réduire les capacités de réserve nécessaires et, pour notre industrie de l'électricité, à valoriser les excédents. Avec l'ouverture du marché de l'électricité, la mission d'approvisionnement des grandes compagnies d'électricité a été reléguée à l'arrière-plan ; le commerce de l'électricité avec les bénéfices qu'il permet de réaliser est devenu le modèle commercial dominant. Le bilan électrique montre une augmentation marquée des importations et des exportations, auxquelles s'ajoutent les activités de négoce à l'étranger de nos entreprises publiques, qui ne sont pas enregistrées dans les statistiques. De nombreux fournisseurs finaux d'électricité n'achetaient plus l'électricité aux *Überlandwerke*, soit les compagnies les plus importantes du réseau national, mais en trouvaient à meilleur prix sur le marché. Avec la hausse drastique des prix de l'électricité aux dépens des consommateurs, les risques sont maintenant évidents.

Un exemple illustrant cette réorientation est celui d'Axpo. Lorsqu'elle s'appelait encore NOK et qu'elle était un producteur d'électricité peu actif et un peu un État dans l'État, cette société devait approvisionner les cantons de Suisse orientale en électricité de manière sûre et économique. Après l'ouverture du marché de l'électricité, les entreprises situées dans ces cantons ne se sentirent plus obligées d'acheter leur électricité à Axpo et cette dernière n'était plus obligée d'approvisionner ses propriétaires. Quel est le rapport entre le commerce des combustibles fossiles et les investissements dans les pipelines européens, et l'approvisionnement en électricité de la Suisse orientale ?

Le parapluie de protection de plusieurs milliards, qui est devenu nécessaire, montre à quoi a abouti un commerce de l'électricité motivé par le profit et non par l'approvisionnement. Il est inacceptable que les risques commerciaux continuent d'être socialisés par l'État central – les propriétaires du secteur de l'électricité, dont les quatre cinquièmes sont les cantons et les communes, sont tenus d'assumer leurs responsabilités. Ils devraient ramener les mandats de prestations de leurs entreprises à leurs obligations primaires d'approvisionnement. Mais la Confédération doit aussi légiférer de manière prévoyante et ne pas attendre de mettre en place un parapluie de protection pour s'assurer que les entreprises d'électricité d'importance systémique ne puissent pas sombrer.

Les bénéfices sont vitaux pour toute entreprise, mais dans une entreprise de service public importante c'est la fonction macroéconomique qui doit être prioritaire. Cela inclut également les investissements à faire en Suisse et non ceux faits dans des centrales hydrauliques, éoliennes et solaires étrangères qui ne contribuent pas à l'approvisionnement en électricité du Pays.

Encore un commentaire sur l'ouverture du marché suisse. Notre marché de l'électricité n'a été que partiellement libéralisé. C'est probablement la pire réglementation possible. Les ménages et les PME paient seuls la facture de la transition énergétique et subventionnent les bénéficiaires des moyens financiers issus de la surtaxe sur le réseau – en premier lieu les

propriétaires immobiliers, le secteur de l'électricité, l'industrie et l'artisanat. En outre, les petits producteurs d'électricité, appelés autoconsommateurs, ne peuvent participer qu'à des regroupements pour leur propre consommation, mais ne peuvent pas profiter de nouvelles opportunités de marché, ce qui ne favorise en aucun cas le développement du recours aux sources d'énergie renouvelables. La Suisse devrait donc également ouvrir le marché de l'électricité aux ménages et aux PME. C'est aussi une condition pour un accord sur l'électricité.

5.3. Personne n'est responsable de la sécurité d'approvisionnement

L'une des raisons de cette évolution désagréable est que, depuis la libéralisation, personne dans l'industrie de l'électricité ne se sent responsable de la sécurité d'approvisionnement. Il est vrai que la loi sur l'approvisionnement en électricité stipule que les gestionnaires de réseau de distribution doivent fournir l'électricité requise en tout temps ; mais ils ne peuvent pas le faire en cas de crise d'approvisionnement. C'est une grave lacune de la loi sur l'approvisionnement en électricité de ne pas identifier qui est responsable de la sécurité d'approvisionnement. Malheureusement, il n'y sera probablement pas remédié par la révision en cours de la loi sur l'approvisionnement en énergie et en électricité, avec ce que l'on appelle l'acte modificateur unique. La Confédération doit s'y atteler rapidement.

5.4. Accélération des procédures

Les barrières réglementaires et les possibilités d'oppositions toujours plus nombreuses entravent la construction de presque toutes les installations de production d'électricité, à l'exception du photovoltaïque sur les bâtiments. La protection du paysage, des espèces naturelles, des eaux et d'autres préoccupations entraînent des procédures longues, voire excessivement longues.

Le Conseil fédéral souhaite une accélération des procédures, les obstacles doivent être supprimés. Cela aurait dû être fait depuis longtemps, mais le Parlement doit faire preuve de discernement.

Au cours de la session d'automne du Parlement, la question de savoir s'il fallait donner la priorité absolue à l'approvisionnement par rapport à la protection de l'environnement a fait couler beaucoup d'encre. Cette question a été rejetée à juste titre, mais un nouvel équilibre en faveur de la transition énergétique est nécessaire, sinon cela deviendra encore plus incontrôlable. Les intérêts environnementaux ont dominé jusqu'à présent, bien que la « Stratégie énergétique 2050 » ait inclus « *l'intérêt national dans l'utilisation des énergies renouvelables* » dans la loi sur l'énergie. Jusqu'à présent, cela n'a rien apporté. Les projets de rehaussement du barrage du Grimsel et de la centrale électrique de Trift, deux projets d'importance nationale indéniable, en sont des exemples frappants. Dans son arrêt, le Tribunal fédéral a continué d'accorder plus d'importance à la protection de l'environnement qu'aux recours aux sources d'énergie renouvelables ce qui a repoussé ces projets aux calendes grecques.

Avec la modification de la loi sur l'énergie, les Chambres fédérales ont ouvert un nouveau chapitre, car il devrait être possible d'agir rapidement face à la crise imminente de l'électricité. L'obligation de planifier est supprimée pour les grandes installations photovoltaïques ayant une forte proportion de production hivernale ; elles sont ainsi subventionnées jusqu'à 60% des coûts d'investissement, et les éventuels réseaux nécessaires sont socialisés via Swissgrid. Il n'y a pas non plus d'obligation de planification pour la surélévation du barrage du Grimsel, qui est combattue depuis des décennies par de nouvelles oppositions jusqu'au Tribunal fédéral. Les constitutionnalistes tirent la sonnette d'alarme contre ces accélérations de procédures, estimant que la Constitution est violée. C'est peut-être vrai – mais les procédures trop longues ne violent-elles pas aussi le mandat constitutionnel pour un approvisionnement énergétique sûr ? En matière de politique énergétique, il est urgent d'accélérer les procédures.

Mais même dans le cas de projets énergétiques, il est important de peser les avantages et les coûts, dans un sens large. En fait, les objectifs énergétiques exigeront que les potentiels soient exploités aussi pleinement que possible, mais toute installation de production d'énergie renouvelable n'aura pas nécessairement de sens dans une vision d'ensemble.

Une chose ne doit pas être occultée : un approvisionnement énergétique entièrement basé sur les sources d'énergie renouvelables sera tout sauf aisé. Cela nécessitera d'immenses investissements en raison des faibles densités d'énergie. Par exemple, les 4,3 TWh d'énergie éolienne prévus pour 2050 dans les « Perspectives énergétiques 2050+ » nécessiteront jusqu'à 5 à 600 grandes éoliennes de 4 MW. Leur production correspondra à une bonne moitié de celle de la centrale nucléaire de Gösgen. Il est compréhensible que les atteintes au paysage associées aux éoliennes ne soient pas acceptées sans résistance. Beaucoup de choses ont été planifiées, mais peu ont pu être réalisées.

5.5. Les prix de l'électricité deviennent fous

Aujourd'hui, les prix de l'électricité ne sont plus déterminés sur la base des coûts de production, mais sont déterminés à la « Bourse de Leipzig » avec ce que l'on appelle le *Merit-Order*. Les offres des centrales de production d'électricité sont prises en compte en fonction des coûts variables, et cela jusqu'à ce que la consommation attendue soit couverte. Viennent d'abord le photovoltaïque et l'éolien, avec des coûts variables presque nuls, puis l'hydroélectricité, le nucléaire, le charbon, et enfin le gaz. Le prix du gaz détermine donc le prix de l'électricité.

Les prix élevés du gaz causés par la guerre conduisent à des prix records de l'électricité, ce qui cause des problèmes majeurs à la population et à l'économie, et amène les entreprises au bord de la faillite. Les producteurs d'électricité à faibles coûts variables, en revanche, obtiennent des rendements élevés. Cela ne signifie pas que le marché n'a pas fonctionné, car les pénuries (attendues) sont prises en compte. Cependant, il s'avère que la réglementation actuelle du marché est un régime de beau temps, adapté à une époque sans bouleversements économiques et politiques graves.

Les gouvernements nationaux et l'UE cherchent maintenant frénétiquement des solutions pour freiner les prix élevés de l'énergie qui impactent l'inflation. On parle, par exemple, de plafonnement. L'avenir nous dira si de telles interventions sur le marché n'aggravent pas plus la situation. Les décisions rapides sont souvent malencontreuses. Il convient de rappeler que la libéralisation, y compris celle du marché de l'énergie, a été bénéfique sur le plan économique. Mais ses risques apparaissent également.

L'organisation du marché avec la position dominante de la « Bourse de l'électricité » doit probablement être fondamentalement repensée. La Suisse, qui fait partie du marché intérieur européen et de l'interconnexion électrique, dépend à cet égard de l'évolution de la situation dans l'UE. Il faut espérer que l'UE tiendra compte de la sécurité de l'approvisionnement en électricité et de la charge pesant sur les consommateurs, et ne suivra pas unilatéralement les préceptes du marché intérieur. Aujourd'hui, notre pays est touché de plein fouet par les fluctuations internationales des prix de l'énergie. Il est donc judicieux de réduire notre dépendance à l'égard des importations de combustibles fossiles et d'électricité et cela par notre propre production, même si nous pourrions alors moins bénéficier d'éventuelles baisses des prix de l'énergie. La sécurité de l'approvisionnement, c'est-à-dire la prévention des pénuries, est encore plus importante du point de vue économique que les coûts de l'énergie les plus bas : un manque d'énergie, et surtout d'électricité, serait catastrophique pour la société et l'économie.