

■ Centrales biomasse ■ Centrales au fil de l'eau ■ Eoliennes ■ Installations solaires ■ Centrales de pompage-turbinage ■ Barrages

Eau, soleil, vent et biomasse: ces énergies renouvelables pourraient couvrir l'approvisionnement en électricité de la Suisse même si leurs productions fluctuent selon la saison, la météo et le moment de la journée. Le présent graphique illustre un scénario calculé par le professeur EPFZ Anton Gunzinger avec son logiciel de simulation de systèmes d'approvisionnement en énergie.



**INTERVIEW** Exploiter les nouvelles énergies, c'est savoir compenser intelligemment les fluctuations de leurs productions. Le chef d'entreprise informatique et professeur EPF Anton Gunzinger s'exprime sur les différents scénarios d'approvisionnement et explique pourquoi les sources d'énergie renouvelable eau, soleil, vent et biomasse se complètent idéalement en Suisse.

De Christina Gubler (Interview)

**Monsieur Gunzinger, quelle sorte d'électricité soutirez-vous de vos prises de courant ?**

**Anton Gunzinger:** de l'électricité renouvelable. Nous habitons une vieille maison de Zurich. Le toit étant parsemé de lucarnes, il n'est pas adapté au photovoltaïque. Mais nous sommes partenaire d'une centrale solaire gérée par notre distributeur d'électricité ewz. A ce titre, nous recevons du courant gratuit pendant les 20 années à venir. Chez mes parents habitant Soleure, j'ai néanmoins pu installer une centrale photovoltaïque de 20 kW. Le bâtiment est bien isolé et a de nouvelles fenêtres. L'année prochaine, j'y installerai une

pompe à chaleur avec sonde géothermique. D'après mes calculs, la maison produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme.

**Si cela ne tenait qu'à vous, à l'avenir les foyers ne consommeraient-ils plus que du courant renouvelable.**

Pas seulement les foyers, mais aussi toute la Suisse, y compris le transport.

**Comment cela fonctionnerait-il ?**

D'abord, nous devons utiliser l'énergie plus efficacement. En assainissant notre parc immobilier et en optimisant notre gestion de la précieuse électricité. Cela signifie, par exemple, de n'utiliser que des appareils électriques efficaces sur le plan énergétique, de passer intégralement à l'éclairage LED, de produire le chauffage et l'eau chaude avec une pompe à chaleur, d'utiliser des pompes de circulation régulées par la température et d'employer dans l'industrie aussi des commandes régulées. En outre, nous devrions passer entièrement à l'électromobilité. Partant d'une croissance démographique modérée, au final nous retomberions sur une consommation annuelle de 60 TWh, qui correspond à la situation actuelle. Et nous aurions abaissé la consommation d'énergie fossile d'un facteur 30 et plus.

**D'après vos calculs basés sur la simulation des systèmes d'approvisionnement énergétique, ces 60 TWh pourraient être couverts exclusivement par du courant renouvelable ?**

Actuellement, nos centrales nucléaires produisent environ 40 % de la demande. Dans le futur, le soleil, le vent et la biomasse pourraient remplacer cette énergie. À la différence de l'énergie en ruban fournie par les centrales nucléaires, les énergies solaire et éolienne dépendent de la météo. Il faut donc des accumulateurs pour que le courant soit disponible lorsque la production est faible. La compensation jour-nuit pourrait être assurée par les centrales de pompage-turbinage ou des batteries locales: de jour, le surplus d'électricité photovoltaïque est accumulé, puis consommé de nuit. Les barrages servent essentiellement à compenser les variations saisonnières été-hiver. Leur production d'électricité intervient en hiver lorsque le soleil ne brille pas et qu'il n'y a pas de vent.

**L'hydroélectricité, renouvelable, représente déjà plus de la moitié de la production d'électricité en Suisse. Pourquoi le complément solaire-éolien-biomasse est-il le plus performant dans vos scénarios énergétiques ?**

Nous installons environ 300 MW de

puissance photovoltaïque chaque année en Suisse. Il faudrait doubler cette croissance - ce qui ne me paraît pas impossible compte tenu de la longue liste de centrales faisant l'objet de demandes de subventions. Visiblement, le photovoltaïque suscite un grand intérêt. Dans 20 ans, nous pourrions donc avoir 13 à 14 GW de puissance photovoltaïque, ce qui serait suffisant pour que notre mix simulé fonctionne. Le fait est que le soleil est toujours au plus haut et produit le plus d'électricité à midi - soit à un moment où la demande d'électricité est maximale. En hiver, lorsque la demande d'énergie augmente, la production solaire diminue car le soleil est bas et la durée des jours plus courte.

**D'où la nécessité de recourir à l'énergie éolienne et à la biomasse ?**

Exactement, car le vent peut se lever à tout moment, qu'il fasse beau ou mauvais, de jour comme de nuit, en été et en hiver. De fait, il souffle plus fréquemment et fort durant les mois d'hiver, d'où son importance capitale pour l'approvisionnement énergétique en cette saison. Chaque kilowattheure qu'il apporte à un autre moment que le soleil, contribue à la stabilisation du système. Quant à la biomasse, elle fournit de l'énergie en ruban indépendamment de la météo et 24 h sur 24.

## Une brise idéale

### Des conditions favorables pour l'énergie éolienne

Dans de nombreuses régions de Suisse, la régularité et la force du vent sont telles qu'il est possible de l'exploiter pour produire de l'électricité. Tel est le constat du nouvel Atlas des vents publié par l'Office fédéral de l'énergie. La carte interactive renseigne sur la direction et la force du vent sur l'ensemble du territoire suisse, avec une résolution de 100 m et à cinq hauteurs différentes au-dessus du niveau du sol. Il affiche aussi les zones nationales protégées. Ces informations constituent un premier instrument de planification des sites destinés à la production d'énergie éolienne, ce qui est de la compétence des cantons. [www.atlasdesvents.ch](http://www.atlasdesvents.ch)

**Elle est donc essentielle pendant toute l'année ?**

Dans le scénario que je préconise, nous l'employons exclusivement en hiver pour la compensation saisonnière. Car la combustion du bois et des déchets produit de l'électricité et de la chaleur - répondant à la demande de chauffage, maximale en hiver. En été, saison généralement la plus pluvieuse, les eaux de ruissellement sont abondantes, permettant aux centrales hydroélectriques de fournir suffisamment d'énergie en ruban pour couvrir la demande de base. Sans recourir à la biomasse.

**Serait-il possible de se passer de l'énergie éolienne et de ne miser que sur le solaire et la biomasse ?**

Pour cela, il faudrait développer massivement la biomasse, ce qui n'est pas évident. Alternative, que je n'approuve pas: le recours à des centrales à gaz. Notre logiciel permet aussi de calculer ce scénario. Comme un jouet que vous pouvez modifier à loisir en changeant les paramètres.

**Cette année, le début de l'été a été peu ensoleillé et très pluvieux en Suisse. Comment assurer l'approvisionnement avec des énergies renouvelables dans un tel cas de figure ?**

Cela ne poserait aucun problème, car

grâce à la pluie les centrales hydroélectriques sont bien alimentées et produisent beaucoup d'énergie en ruban. En plus, l'eau de pluie alimente non seulement les rivières, mais aussi les lacs de barrage, nos accumulateurs saisonniers à long terme. Cet été par exemple, ils étaient pleins avec un à deux mois d'avance.

**Quand l'électricité solaire entre-t-elle en jeu ?**

Lorsque les pluies se raréfient en plein été. Le surplus de courant est alors utilisé pour pomper l'eau des réservoirs bas aux réservoirs hauts des centrales de pompage-turbinage. Ce courant est donc stocké et consommé en fonction des besoins.

**Les pénuries sont-elles exclues ?**

Nos simulations ont démontré que la Suisse possède une capacité de stockage suffisante si le mix d'énergie solaire, éolienne et de biomasse est correctement dimensionné. Les nombreux barrages que nous devons à nos ancêtres nous donnent un avantage substantiel. Sans eux, l'approvisionnement en énergies renouvelables serait tout simplement impossible.

**Et qu'arriverait-il avec une année pratiquement sans soleil ni de vent ?**

Nous avons simulé pas moins de 72 scénarios météo et calculé la demande et la production sur toute une année par tranches de quarts d'heure. Nous avons aussi pris en compte des scénarios extrêmes ne se produisant pas dans la nature - comme par exemple une année avec un minimum de soleil, de vent et de pluie. Même dans ces cas, le système d'approvisionnement reste stable. À condition d'utiliser l'énergie renouvelable intelligemment.

**C'est-à-dire ?**

Au lieu de gérer les barrages toujours suivant le même schéma, nous devons surveiller l'évolution de la météo en permanence, réviser la situation en fonction des prévisions et réguler la production, l'accumulation et la consommation en conséquence. L'ajustement permanent des volumes d'électricité, injectés sur le réseau par quelques grandes centrales, mais surtout par des installations décentralisées de petite taille, et consommés par des millions d'appareils, serait impossible sans l'emploi des technologies de pointe en informatique et en communication. Dans ce contexte, on parle de réseau intelligent ou «Smart Grid», une solution techniquement réalisable sans problème aujourd'hui.

### Portrait

Le Soleurois Anton Gunzinger (60 ans) a étudié l'électrotechnique à l'EPFZ. Dans les années 1990, il crée avec son équipe un superordinateur qui lui vaut beaucoup de publicité et une 2e place à la finale mondiale des ordinateurs les plus rapides, disputée aux États-Unis. Ensuite, il fonde la société Supercomputing System, domiciliée à Zurich et qu'il dirige encore aujourd'hui. Il est aussi professeur à l'EPF Zurich. En 2015, il publie son livre «Kraftwerk Schweiz». Son ouvrage est basé sur des scénarios d'approvisionnement électrique, qu'il simule à l'aide de son logiciel. D'après ses calculs, la Suisse pourrait s'approvisionner intégralement et de manière rentable en électricité renouvelable issue de l'eau, du soleil, du vent et de la biomasse.

