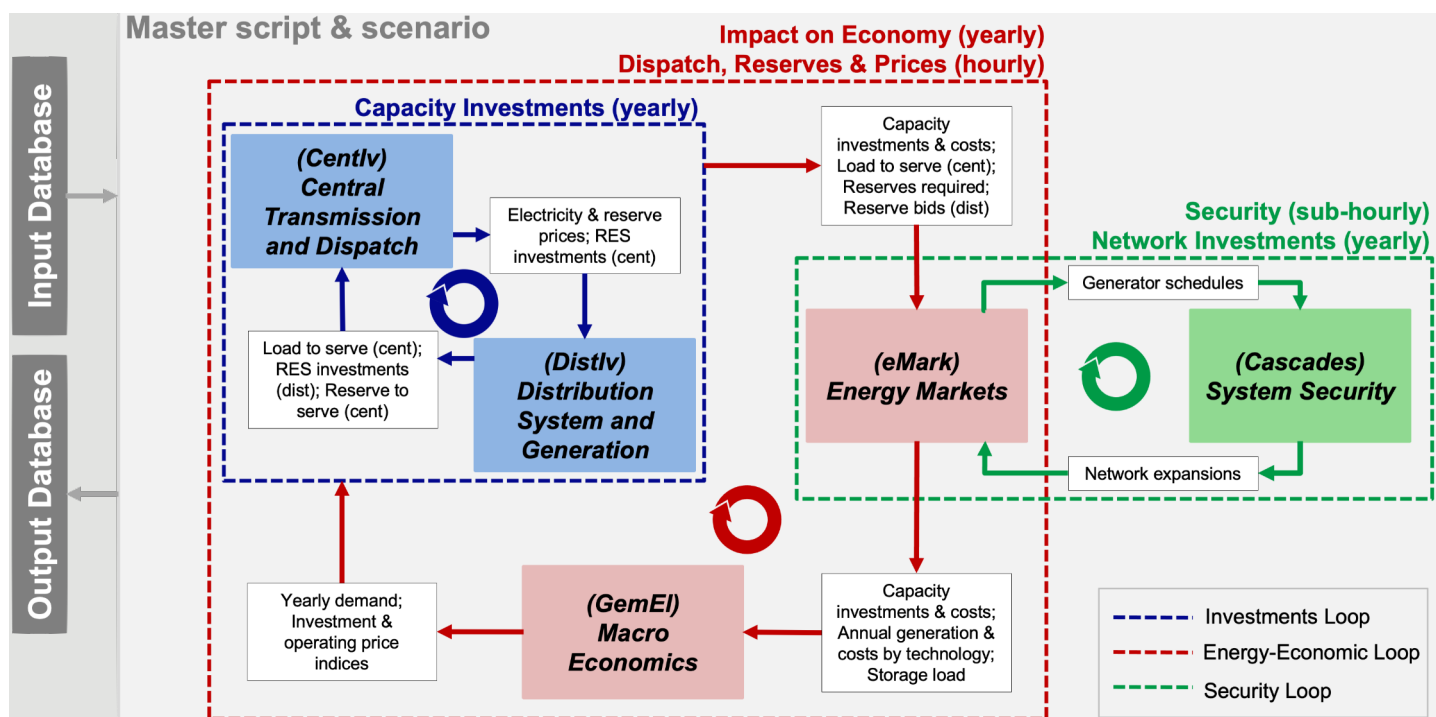


# OUTIL DE PRÉCISION POUR LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

Avec la décarbonisation et la décentralisation de la production d'énergie, la Suisse se voit confrontée à deux tâches colossales pour les années et décennies à venir. La restructuration de l'approvisionnement énergétique implique des décisions politiques et d'investissement. Dans ce contexte, les acteurs du secteur de l'énergie présentent des scénarios qui montrent les évolutions possibles. Avec Nexus-e, les scientifiques de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETHZ) ont désormais créé une plateforme de modélisation. Elle permet l'élaboration de scénarios pour le secteur de l'électricité, en tenant compte notamment des questions économiques et des questions liées au réseau.



Représentation schématique de la plateforme de modélisation Nexus-e. La plateforme intègre cinq sous-modèles (codés par couleur). Graphique: Rapport final Nexus-e

Afin d'endiguer les dangers du changement climatique, le Conseil fédéral fixait l'objectif zéro net en août 2019: d'ici 2050, la Suisse devrait réduire largement les émissions de gaz à effet de serre et ne pas émettre une quantité de gaz polluants supérieure à celle que les réservoirs techniques et naturels sont en mesure d'absorber. Pour atteindre cet objectif ambitieux, la voie tracée par la stratégie énergétique 2050 doit être mise en œuvre de manière cohérente. Cette voie inclut des mesures d'efficacité pénétrantes et l'expansion des sources d'énergie renouvelables telles que le photovoltaïque. Dans le secteur de l'électricité notamment, les objectifs sont très élevés car la fermeture des centrales nucléaires entraînera la perte d'environ un tiers de la production nationale d'électricité. Ce faisant, l'électricité est la source d'énergie considérée comme la clé de la décarbonisation du système énergétique.

### L'ETHZ développe un modèle innovant

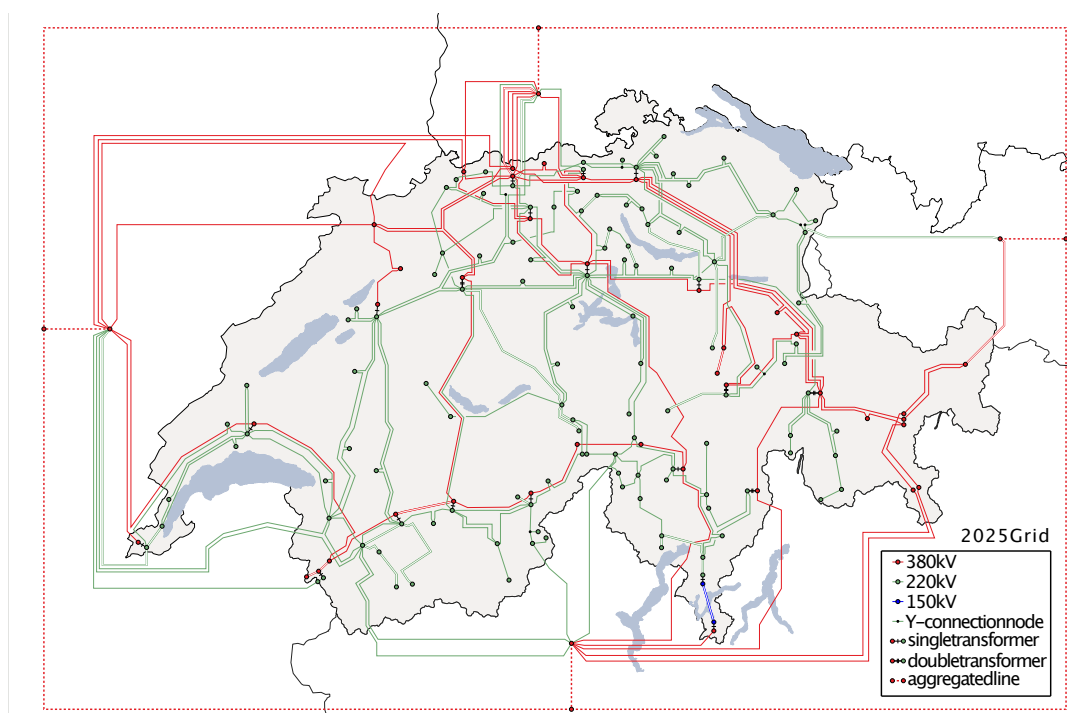
Le succès de la transformation du système énergétique implique l'élaboration de scénarios pour le développement futur de l'approvisionnement en énergie et une analyse des conséquences des changements techniques, économiques et réglementaires. La base de ces conceptions futures sont des modèles qui représentent le plus précisément possible le système énergétique et ses facteurs d'influence. Les modèles incluent les domaines de la mobilité, de l'électricité et de la chaleur. Pour chacun de ces domaines, des experts calculent



Le Dr Christian Schaffner (à gauche), scientifique de l'ETHZ, dirige le projet Nexus-e. Marius Schwarz est le chef de projet responsable.  
Photo: B. Vogel

comment la demande va évoluer, mais aussi comment la demande sera satisfaite et quel sera l'impact économique. Pour que les scénarios ainsi élaborés soient aussi pertinents que possible, les modèles sous-jacents sont constamment ajustés et améliorés.

A cette fin, des scientifiques de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETHZ) ont développé une nouvelle plateforme de modélisation avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) au cours des six dernières années. La plateforme nommée «Nexus-e» se base sur le secteur de l'électricité.



Nexus-e place le système énergétique suisse dans un contexte européen. Sur l'image: représentation schématique du réseau de transmission d'électricité national. Graphique: Rapport final Nexus-e.

« Dans ce secteur en particulier, il faudra répondre à moyen terme à d'importantes questions réglementaires, par exemple concernant l'expansion, la promotion et l'intégration des énergies renouvelables ou sur la conception du marché de l'électricité, mais également sur la question de savoir comment assurer une flexibilité suffisante du système énergétique; Nexus-e fournit un outil susceptible de répondre à ces questions », déclare le Dr Anne-Kathrin Faust, économiste et responsable du programme de recherche de l'OFEN «Energie - Economie - Société».

### Cinq modèles partiels réunis

L'avenir de l'électricité en Suisse est un sujet de préoccupation pour les autorités et les décideurs politiques, mais également pour les fournisseurs d'énergie, la société nationale de réseau Swissgrid, les gestionnaires de réseaux de distribution et un certain nombre d'entreprises industrielles. Ils fondent tous leurs décisions politiques et d'investissement sur des scénarios. Différents modèles existent déjà aujourd'hui pour en élaborer dans le secteur de l'électricité. « La plateforme Nexus-e intègre cinq sous-modèles essentiels à la reproduction d'un système électrique », explique le responsable de l'étude, Dr Christian Schaffner, directeur exécutif du Energy Science Center (ESC) de l'ETHZ.

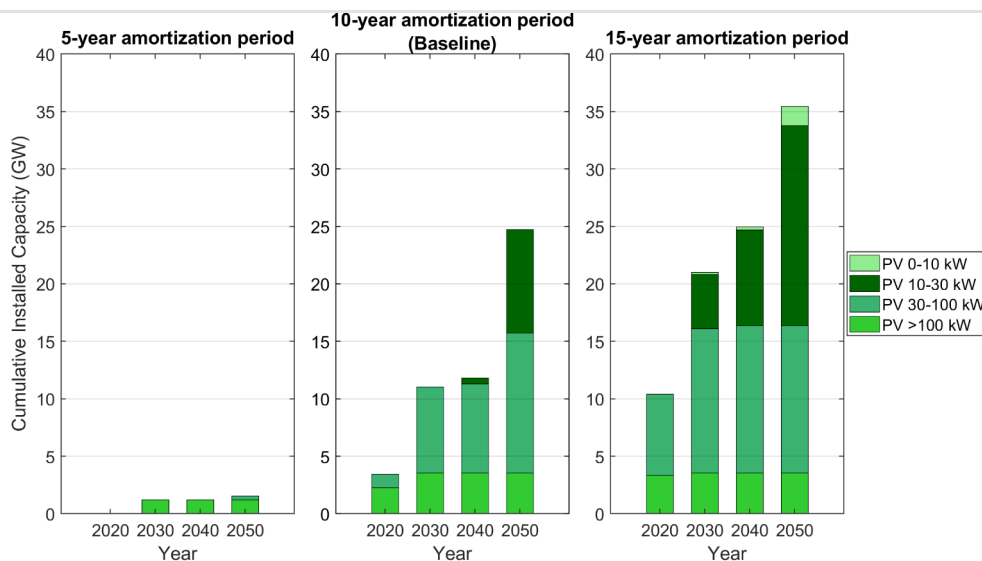
Les sous-modèles auxquels Christian Schaffner fait référence sont : a) un modèle pour les investissements dans les grandes centrales de production telles que les centrales hydroélectriques, nucléaires et à gaz, b) un modèle pour les investissements dans les centrales électriques décentralisées pour l'électricité renouvelable (par exemple les installations photo-

## UN DÉBIT DE DONNÉES ÉLEVÉ

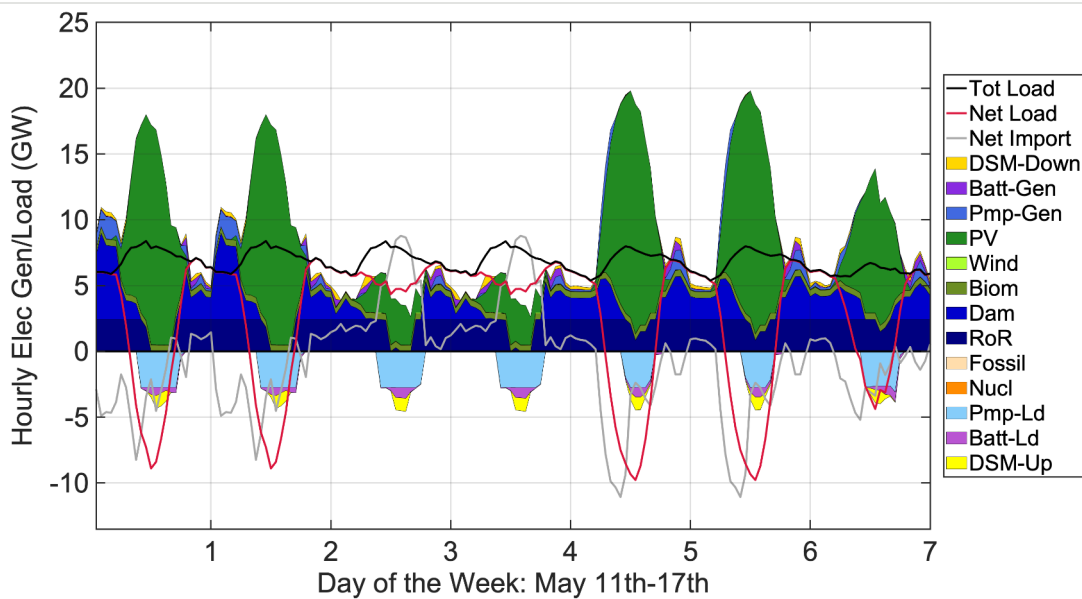
La plateforme de modélisation Nexus-e a été développée par une équipe de onze personnes du Energy Science Center (ESC) de l'ETHZ. L'ESC est un centre de compétence fondé en 2005 qui organise la recherche et l'enseignement dans le domaine de l'énergie sur une base interdisciplinaire et interdépartementale. Nexus-e utilise le cluster informatique à haute performance Euler de l'ETHZ à Lugano pour l'élaboration des scénarios. Grâce à la grande capacité informatique et aux optimisations des logiciels, le temps de calcul des scénarios a pu être réduit de plusieurs jours à quelques heures. BV

voltaïque), c) un modèle du marché de l'électricité, d) un modèle avec des données actuelles pour 77 secteurs de l'économie suisse décrivant, entre autres, l'impact de la production d'électricité sur les coûts des biens et des services, e) un modèle de sécurité d'approvisionnement incluant non seulement des mesures de prévention des dysfonctionnements dans la production et la distribution d'électricité, mais également les étapes nécessaires à l'expansion du réseau de transmission.

L'association des cinq sous-modèles prête à la plateforme Nexus-e une pertinence notable. Elle permet, par exemple, de mieux estimer l'évolution des prix car l'interdépendance du prix de l'électricité et de la demande est prise en compte dans le modèle économique. Cela permet, par exemple, de répondre à la question de savoir quelles subventions pour la



Nexus-e aide à répondre à de nombreuses questions économiques qui se posent dans le cadre de l'expansion des énergies renouvelables. Il est bien connu que les investissements dans les systèmes photovoltaïques sont d'autant plus rentables que la période d'amortissement est longue. Le calcul de Nexus-e montre: avec un prolongement de la période d'amortissement, le nombre d'installations photovoltaïques «rentables» augmente fortement. Graphique: Rapport final Nexus-e



Nexus-e fournit des scénarios à haute résolution temporelle. Dans ce graphique, la production et la consommation d'énergie sont calculées pour une semaine de mai en 2050 avec une résolution horaire: la production PV (vert) est souvent nettement supérieure à la demande au cours de la journée. Le surplus d'électricité va à des centrales de pompage-turbina-ge (bleu clair), à des batteries (violet) ou est équilibré par la gestion de la charge (DSM) (jaune). Graphique: Rapport final Nexus-e

promotion des énergies renouvelables sont appropriées. « Pour s'exprimer sans détour, on pourrait dire que nous combinons les aspects économiques et techniques dans notre modèle d'une manière nouvelle et pouvons ainsi décrire les interactions entre le système énergétique et l'économie nationale avec une plus grande fiabilité », déclare Marius Schwarz, scientifique de l'ETHZ et responsable du projet Nexus-e.

### Le système énergétique a besoin de flexibilité

Nexus-e a déjà démontré son potentiel. Ainsi, une série de scénarios tests illustratifs a été calculée pour explorer les voies de développement possibles pour le système électrique suisse dans le contexte d'un abandon progressif de l'énergie nucléaire. Les travaux portaient notamment sur la question de savoir comment les technologies centralisées et décentralisées peuvent être utilisées à l'avenir pour équilibrer la production d'énergie solaire, laquelle fluctue fortement au cours de l'année et de la journée, de manière à garantir une alimentation électrique fiable et économique. Les scénarios élaborés avec Nexus-e ont quantifié les contributions des centrales de pompage-turbina-ge ou des systèmes PV équipés de batteries à haute résolution temporelle (horaire), ainsi que les contributions du contrôle de la consommation par la gestion de la charge (Demand Side Management/DSM). Dans le cadre de ce projet, les scientifiques de l'ETHZ ont également calculé des scénarios pour l'expansion des nouvelles énergies renouvelables en Suisse, le photovoltaïque étant appelé à remplacer à moyen terme l'énergie nucléaire qui est en voie de disparition.

Nexus-e, quant à elle, fait office de plateforme de modélisation dans plusieurs projets de recherche en cours, dont beaucoup sont de nature interdisciplinaire. Ainsi, une équipe dirigée par Marco Mazzotti, ingénieur de procédé et professeur à l'ETHZ, étudie la contribution que l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques, avec capture ultérieure du CO<sub>2</sub> résultant, pourrait apporter à la réalisation de l'objectif zéro net. Un autre projet consiste à analyser comment et à quel coût l'objectif zéro net pourrait être atteint dès 2040 (et pas seulement d'ici 2050, comme le souhaite le Conseil fédéral). A cette fin, les scientifiques dirigés par le professeur Anthony Patt de l'ETHZ utilisent Nexus-e et Calliope, un modèle de

## PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES

Des scénarios tels que ceux fournis par Nexus-e constituent une base pour des mesures politiques visant à façonner l'avenir de l'approvisionnement énergétique de la Suisse. Les scénarios pour le secteur de l'électricité, mais également pour les autres secteurs de l'approvisionnement énergétique, constituent l'épine dorsale des « Perspectives énergétiques », que l'OFEN élabore à intervalles de plusieurs années. Le dernier cas remonte à la fin du mois de novembre 2020: Les « Perspectives énergétiques 2050+ » montrent comment la Suisse peut parvenir à un approvisionnement énergétique fiable et neutre sur le plan climatique d'ici 2050. Elles ont été élaborées par un consortium composé de Prognos AG, TEP Energy GmbH, Infrac AG et EcoPlan AG. BV



Aujourd'hui encore, l'énergie nucléaire (sur la photo: la centrale nucléaire de Gösgen) reste un pilier de l'approvisionnement en électricité en Suisse. Avec le passage aux énergies renouvelables pour l'approvisionnement énergétique, le photovoltaïque pourrait jouer un rôle de premier plan à l'avenir. Fin 2019, environ 100'000 installations photovoltaïques étaient connectées au réseau en Suisse, fournissant 2400 gigawatt-heures (GWh) d'électricité. Elles contribuaient ainsi à la couverture d'environ quatre pour cent de la consommation d'électricité en Suisse. Photo: B. Vogel

système énergétique paneuropéen également développé à l'ETHZ. Tous ces projets illustrent la manière dont Nexus-e donne un nouvel élan à la recherche sur l'énergie et apporte ainsi des avantages tangibles dans un contexte universitaire.

### Une plateforme pour le grand public

Nexus-e est continuellement adaptée aux conditions-cadres politiques. Par exemple, la version originale de la plateforme n'incluait pas encore l'objectif zéro net du Conseil fédéral. Grâce à cet objectif stratégique, la demande d'électricité (produite à partir de combustibles non fossiles), par exemple pour les voitures électriques et les pompes à chaleur, va à nouveau augmenter de manière significative, et la pression pour fermer les centrales électriques à combustibles fossiles va également augmenter, ce qui a un impact direct sur la Suisse via le prix de gros de l'électricité dans l'UE. Ces effets sont importants et seront pris en considération à l'avenir par Nexus-e.

Les résultats de Nexus-e profiteront au grand public. Dans un avenir proche, il pourrait même être possible pour les person-

nes intéressées d'utiliser elles-mêmes directement la plateforme. En effet, les responsables de Nexus-e prévoient, dans une prochaine étape, d'ouvrir entièrement la plateforme. Cela permettrait aux étudiants, aux chercheurs et aux partenaires industriels intéressés d'utiliser la plateforme pour leurs propres projets.

- Le site web [www.nexus-e.org](http://www.nexus-e.org) présente les projets en cours et offre un outil de visualisation interactif qui illustre les résultats de la modélisation et met un ensemble de données à la disposition du public.
- Le rapport final du projet de l'OFEN «Nexus-e: Integrated Energy Systems Modelling Platform» est disponible sur: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=40147>
- Dr Anne-Kathrin Faust, responsable du programme de recherche de l'OFEN «Energie - Economie - Société» communique des informations à ce sujet : [anne-kathrin.faust@atlbfe.admin.ch](mailto:anne-kathrin.faust@atlbfe.admin.ch).