



# Projet

## Gestion en temps réel des flux d'électricité





## Savoir céder, c'est être fort, même dans le réseau électrique

La part croissante du soleil et du vent dans l'approvisionnement en énergie provoque au niveau de la production d'électricité des fluctuations qui pèsent sur le réseau électrique. Du côté des consommateurs, des dispositifs « intelligents » pourraient contrebalancer ces fluctuations, mais leur système de contrôle est complexe. Des chercheurs de l'EPFL présentent maintenant une solution élégante à ce problème.



AdobeStock\_159327507.jpeg Source : AdobeStock





## En un coup d'œil

- La production décentralisée d'électricité à partir des énergies éolienne et solaire est inconstante, ce qui pèse sur le réseau électrique.
- Un contrôle adéquat des capacités de stockage permet néanmoins d'opérer de manière stable le réseau électrique.
- Des chercheurs de l'EPFL ont développé un système qui réalise cette opération complexe en temps réel.

La transition énergétique représente un défi majeur, non seulement en ce qui concerne la production d'électricité, mais aussi par rapport au réseau de distribution. Le réseau électrique actuel a été conçu pour la distribution de l'électricité provenant de quelques grandes centrales électriques à de nombreux petits consommateurs. Avec le passage aux énergies renouvelables, cependant, de plus en plus de petits producteurs se connectent au réseau, ce qui conduit à un approvisionnement en électricité de plus en plus décentralisé. De plus, contrairement à la production dans les centrales électriques conventionnelles, la production d'électricité par les éoliennes et panneaux solaires n'est pas constante et prévisible, mais soumise aux caprices de la météorologie. Il en résulte une forte fluctuation des flux d'électricité dans le réseau de distribution. En outre, la charge du réseau est accrue par le fait que la transition énergétique s'accompagne d'une augmentation des applications électriques telles que celles remplaçant les systèmes de chauffage et les voitures à combustibles fossiles. Dans l'ensemble, il devient de plus en plus difficile d'assurer en permanence l'équilibre entre la production, la consommation et le stockage de l'électricité, tout en maintenant la tension du réseau et la charge électrique dans la plage admissible.



## Une tâche complexe

Une stratégie, très onéreuse, est d'améliorer le réseau en installant des lignes plus puissantes. Une approche plus prudente consiste à exploiter les capacités de stockage pour compenser les fluctuations du courant. Ainsi, les batteries des voitures électriques peuvent par exemple être rechargées en période d'excès d'électricité. Les pompes à chaleur électriques et les systèmes de refroidissement sont eux aussi des candidats pour le stockage de l'énergie, leur inertie permettant d'amortir les crêtes de tension. Pour une coordination optimale, les sources d'énergie, les unités de stockage et autres charges raccordées au réseau doivent être en mesure de communiquer leur état et de recevoir des instructions, le mot-clé de cette stratégie étant le « smart grid » ou « réseau électrique intelligent ». Bien que l'orchestration des différents composants du réseau électrique suisse semble être une tâche d'une complexité insurmontable, des chercheurs de l'EPFL ont maintenant trouvé le moyen de l'accomplir.

## Diviser pour régner

Le concept repose sur deux idées principales. Premièrement, tous les dispositifs « intelligents » se servent du même langage pour communiquer la puissance qu'ils sont en état d'assimiler ou de livrer. Deuxièmement, l'information provenant de plusieurs dispositifs peut être regroupée pour ainsi caractériser ce qui semble être un seul dispositif virtuel. Au niveau suivant, plusieurs de ces dispositifs virtuels sont combinés en une seule unité, et ainsi de suite jusqu'au niveau le plus élevé du réseau. Ce faisant, la présentation au monde extérieur de chaque branche du réseau électrique est identique, peu importe qu'il s'agisse d'un seul appareil, d'un bâtiment avec des panneaux solaires et une pompe à chaleur ou d'un vaste réseau de distribution. Moyennant ce système, les chercheurs divisent la tâche complexe du contrôle du réseau en une cascade de problèmes d'optimisation plus simples, se ressemblant à tous les niveaux et ne comportant qu'un nombre limité de composants. Les processeurs numériques sont capables d'effectuer cette tâche simplifiée en temps réel, c'est-à-dire à une cadence de 100 millisecondes.



## Une transition énergétique intelligente au niveau du réseau électrique est réalisable

La solution présentée par les chercheurs de l'EPFL prouve qu'il est possible d'augmenter de manière significative la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement en électricité, et ce sans transformer de fond en comble le réseau électrique. Selon les scientifiques, ces connaissances sont d'une grande importance pour la mise en œuvre de la stratégie énergétique. Ces recherches ont d'une part permis de développer une méthode concrète et bon marché d'intégration de grandes quantités variables d'électricité dans le réseau électrique. D'autre part, il est maintenant possible de mettre en place à un stade précoce le cadre juridique qui permettra aux petites unités de réseau de contribuer à la stabilité de l'ensemble du réseau électrique.



## Produkte aus diesem Projekt

- Explicit Conditions on Existence and Uniqueness of Load-Flow Solutions in Distribution Networks  
Date de publication: 25.09.19
- On the Properties of the Compound Nodal Admittance Matrix of Polyphase Power Systems  
Date de publication: 25.09.19
- A Comprehensive Assessment of the Short-Term Uncertainty of Grid-Connected PV Systems  
Date de publication: 25.09.19
- On the Properties of the Power Systems Nodal Admittance Matrix  
Date de publication: 25.09.19
- Performance Comparison and Application to Maximum Power Forecasting  
Date de publication: 25.09.19
- A composable method for real-time control of active distribution networks with explicit power setpoints. Part II : Implementation and validation  
Date de publication: 25.09.19
- Load Flow in Multiphase Distribution Networks : Existence, Uniqueness, Non-Singularity and Linear Models  
Date de publication: 25.09.19
- Irradiance prediction intervals for PV stochastic generation in microgrid applications  
Date de publication: 25.09.19
- Existence and Uniqueness of Load-Flow Solutions in Three-Phase Distribution Networks  
Date de publication: 25.09.19
- Achieving the Dispatchability of Distribution Feeders Through Prosumers Data Driven Forecasting and Model Predictive Control of Electrochemical Storage  
Date de publication: 25.09.19
- Dispatching Stochastic Heterogeneous Resources Accounting for Grid and Battery Losses  
Date de publication: 25.09.19
- Undetectable Timing-Attack on Linear State-Estimation by Using Rank-1 Approximation  
Date de publication: 25.09.19
- Sequential Discrete Kalman Filter for Real-Time State Estimation in Power Distribution Systems : Theory and Implementation  
Date de publication: 25.09.19
- A composable method for real-time control of active distribution networks with explicit power set points. Part I : Framework  
Date de publication: 25.09.19
- An innovative response to the challenge of storing renewable energy  
Date de publication: 25.09.19
- An entire section of EPFL ready to integrate renewables  
Date de publication: 25.09.19
- Pilotage automatique des réseaux de distribution en temps réel  
Date de publication: 25.09.19
- Commelec Video  
Date de publication: 25.09.19



## Team & Kontakt

Prof. Jean-Yves Le Boudec  
EPFL IC IINFCOM LCA2  
Route Cantonale  
INF 016 Station 14  
1015 Lausanne

+41 21 693 66 31

[jean-yves.leboudec@epfl.ch](mailto:jean-yves.leboudec@epfl.ch)



Jean-Yves Le Boudec  
Projektleiter



Niek Johannes  
Bouman

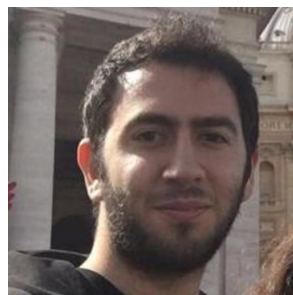
Andreas Kettner



Maaz Mohiuddin



Mario Paolone



Wajeb Saab



Enrica Scolari



**Energie**

Programmes nationaux de recherche 70 et 71



Eleni Stai

Cong Wang

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 10.05.2019.