

Épisode 4 : Le réseau vivant

Smartgrid intégrant sources d'énergie renouvelables et véhicules électriques

Comment fournir de l'électricité en continu avec des sources d'énergie nombreuses et imprévisibles? Avec l'essor des renouvelables, des véhicules électriques et du numérique, les réseaux électriques deviennent des systèmes intelligents dont le pilotage est essentiel à la transition énergétique.

Contexte et enjeux

Les réseaux électriques sont des systèmes complexes, de par leur taille, et parce que l'électricité ne peut pas se stocker à grande échelle. La production électrique doit en permanence être égale à la consommation sous peine de coupure électrique (blackout). Ils ont longtemps reposé sur un modèle simple, avec de grandes centrales produisant l'électricité, distribuée aux consommateurs et un pilotage centralisé. Aujourd'hui, ce modèle évolue profondément.

Depuis les années 2000, le développement des énergies renouvelables, comme l'éolien ou le solaire, a entraîné une production d'électricité plus décentralisée et parfois intermittente. Dans les années 2010, les progrès du numérique ont permis l'émergence des smartgrids, des réseaux électriques intelligents pilotés grâce à des capteurs et des algorithmes. Parallèlement, la mobilité électrique, le stockage d'énergie et les microgrids offrent de nouvelles possibilités pour gérer l'électricité à différentes échelles. Certains équipements peuvent désormais adapter leur consommation aux besoins du réseau : on parle de flexibilité énergétique.

Ces évolutions rendent les réseaux électriques plus efficaces, mais aussi encore plus complexes. Les chercheuses et chercheurs doivent donc développer de nouvelles méthodes pour comprendre et piloter ces systèmes, qui mobilisent aujourd'hui plusieurs disciplines scientifiques comme l'informatique, les mathématiques ou les sciences de l'environnement.

Les recherches menées

Les recherches portent sur la modélisation, la conception et le pilotage de systèmes énergétiques de plus en plus complexes :

- Un premier axe consiste à concevoir des réseaux électriques plus résilients, capables de continuer à fonctionner de manière fiable malgré les variations de production ou de consommation. Les recherches portent notamment sur la façon de répartir l'intelligence et les capacités de calcul dans le réseau afin d'optimiser les décisions de pilotage.
- Un autre axe de recherche concerne le rôle des véhicules électriques dans les réseaux énergétiques. Grâce à des technologies comme le Vehicle-to-Grid (V2G), leurs batteries peuvent se recharger mais aussi restituer de l'électricité au réseau. Les chercheuses et chercheurs étudient comment ces véhicules peuvent contribuer à équilibrer la production et la consommation d'électricité, notamment lors des pics de demande.
- Les scientifiques travaillent également sur le développement de microgrids, des réseaux électriques locaux capables de fonctionner de manière autonome ou connectée au réseau principal. Ces systèmes peuvent renforcer la sécurité de l'approvisionnement en énergie, notamment dans des zones isolées ou soumises à des contraintes particulières.
- Pour améliorer le pilotage de ces réseaux complexes, de nouveaux outils d'intelligence artificielle sont utilisés, capables d'analyser de grandes quantités de données et d'adapter automatiquement le fonctionnement du système.
- Enfin, une attention croissante est portée à la soutenabilité des systèmes énergétiques, en intégrant des principes de sobriété et d'économie des ressources dans les réseaux.

Ces recherches contribuent à concevoir des réseaux électriques plus intelligents, flexibles et durables, essentiels pour réussir la transition énergétique.

Marie-Cécile Alvarez-Hérault, Vincent Debusschere, Jane Marchand
Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble (G2Elab)
CNRS – UNIV. GRENOBLE ALPES