

Les réseaux énergétiques intelligents – clefs de voûte des politiques énergétiques



Karl Axel STRANG, PhD
(N99, MS Stanford 2003, PhD Stanford 2009)

Chargé de mission filières vertes – réseaux énergétiques intelligents, hydrogène et stockage de l'énergie
Direction Générale de l'Énergie et du Climat
Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

Résumé

Les besoins de flexibilité des réseaux électriques font appel à des capacités d'interconnexion, de pilotage de la demande et de stockage d'énergie, aujourd'hui sous forme de stations de transfert d'énergie par pompage et de stockage de chaleur via le pilotage du chauffage électrique de l'eau chaude sanitaire. Avec le déploiement des énergies renouvelables et la modification des usages, la croissance de ces besoins de flexibilité nécessitera d'exploiter de nouveaux gisements sur les réseaux électriques voire en lien avec les autres réseaux énergétiques (gaz, chaleur, froid). Les réseaux énergétiques intelligents constituent la clef de voûte des politiques énergétiques de demain et il est nécessaire de préparer leur déploiement aujourd'hui par anticipation des modifications profondes à l'œuvre dans l'approvisionnement en électricité et dans les usages énergétiques à l'échelle européenne. Les systèmes liés représentent des opportunités uniques de tester à grande échelle de nouvelles architectures énergétiques sous fortes contraintes. Au cours des dernières années, l'accent a été mis sur la recherche, le développement et la démonstration. L'accent est et sera mis sur la définition de nouveaux modèles d'affaires et mécanismes réglementaires et réglementaires.

Comment définit-on les réseaux électriques intelligents ou *smart grids* ?

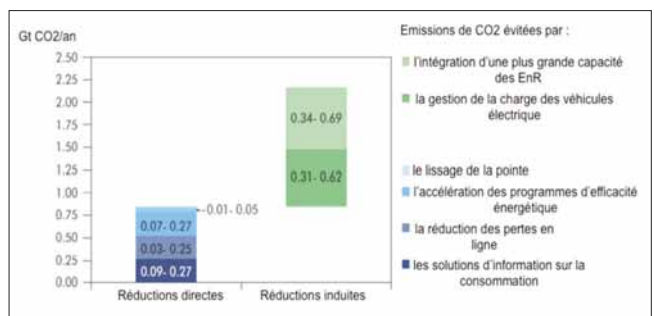
La définition que je préfère est celle de la plateforme technologique européenne sur les *smart grids* (Smartgrids ETP) : «un *smart grid* est un système électrique capable d'intégrer de manière intelligente les actions des différents utilisateurs, consommateurs et/ou producteurs afin de maintenir une fourniture d'électricité efficace, durable, économique et sécurisée».

Pourquoi a-t-on besoin des *smart grids* ?

Le développement des usages électriques et de la production à partir de sources d'énergies renouvelables crée de nouvelles contraintes sur les systèmes électriques. Ces tendances, couplées à une hausse des prix des sources d'énergie primaire et à une prise de conscience au niveau mondial des enjeux climatiques, rendent nécessaire une meilleure maîtrise de la demande et une plus grande flexibilité du système électrique. L'émergence de réseaux électriques intelligents est la réponse à plusieurs enjeux pour le consommateur et le citoyen :

- l'amélioration de la qualité et la continuité de l'alimentation électrique ;
- la garantie de la sécurité d'approvisionnement ;
- la maîtrise de la facture énergétique.

Le rapport Energy Technology Perspective 2010 de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) souligne également l'importance des *smart grids* dans l'atteinte des objectifs énergétiques et environnementaux. Comme illustré dans le graphique ci-dessous, le déploiement des réseaux électriques intelligents apportera des contributions directes et indirectes à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Celle-ci atteindrait une réduction de 2.2 Gt de CO₂ par an d'ici 2050 à l'échelle mondiale. Les impacts directs concernent la meilleure efficacité énergétique des réseaux (réduction des pertes en ligne, optimisation des réglages des équipements réseau, effacement à la pointe). Les impacts indirects incluent l'intégration d'une forte capacité d'énergies renouvelables intermittentes et d'une gestion intelligente de la charge des véhicules hybrides et rechargeables.



Graphique 1 : réductions annuelles de gaz à effet de serre d'ici 2050 directes et indirectes induits par le déploiement des réseaux électriques intelligents, sur la base des scénarios énergétiques BLUE Map (d'après Energy Technology Perspectives 2010, AIE)

Le déploiement des technologies de réseaux électriques intelligents a donc un rôle essentiel à jouer en tant que clef de voûte des politiques énergétiques dans l'atteinte des objectifs d'efficacité énergétique, de développement des énergies renouvelables et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Quel est le périmètre des réseaux énergétiques intelligents ?

Les réseaux électriques intelligents s'appuient sur des produits et services, associant aux technologies électriques les technologies de l'information, de la communication, de l'observation et du contrôle. Illustrées dans le graphique 2, les technologies des réseaux électriques intelligents couvrent ainsi quatre domaines principaux :

- le contrôle de la demande avec des consommateurs actifs dans la maîtrise fine de leur consommation et *in fine* dans l'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- l'optimisation des réseaux de distribution et de transport via l'utilisation de nouveaux équipements de réseau ;
- l'insertion massive de moyens répartis de production renouvelable intermittente sur les réseaux ;
- l'insertion des véhicules électriques sur les réseaux via la problématique de gestion de la charge.

Quels acteurs sont impliqués dans ce vaste périmètre ?

Les technologies des réseaux énergétiques intelligents regroupent les acteurs classiques des réseaux énergétiques (opérateurs de réseaux, équipementiers, producteurs et fournisseurs d'énergie, consommateurs industriels, tertiaires et résidentiels) auxquels s'ajoutent les producteurs d'énergies renouvelables, les sociétés de services énergétiques (flexibilité de la demande en énergie, management de l'énergie), les opérateurs et équipementiers des réseaux de communication, les équipementiers du stockage d'énergie, les gestionnaires de flottes de véhicules électriques et de parcs immobiliers.

Sont présents en France de nombreux acteurs très actifs dans ce périmètre allant de grands groupes positionnés sur les équipements et technologies de l'électricité et des télécommunications, ainsi que de nombreuses PME et startups innovantes proposant notamment de nouvelles technologies de capteurs, d'algorithmes et de traitement des données.

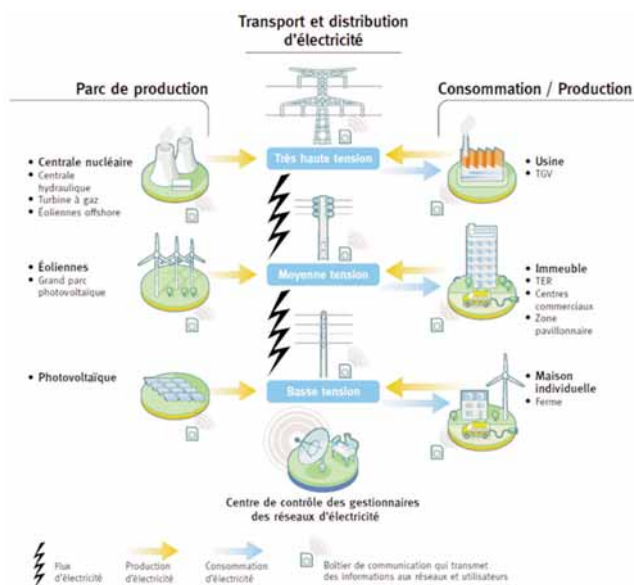
Quelle marche à suivre dans le déploiement ?

La rénovation des réseaux électriques dans les pays développés et l'extension de ceux-ci dans les pays émergents seront les principaux moteurs de déploiement de ces nouvelles technologies. À titre d'illustration, les investissements sur les réseaux électriques sont estimés par Pike Research à 60 milliards d'euros pour l'Europe sur la période 2010-2020, et à 130 milliards d'euros pour la Chine sur la période 2011-2017. De nombreux pays, dont la France, préparent ainsi le déploiement de ces technologies par le biais d'expérimentations et de projets de démonstration afin :

- de tester en conditions réelles les nouvelles architectures énergétiques, les nouveaux services et modèles économiques,
- de préparer l'industrialisation des solutions,
- et de vérifier les analyses coûts-bénéfices des déploiements.

De par le large périmètre couvert par ces technologies, aucun acteur industriel ne semble pouvoir couvrir seul l'ensemble des problématiques. De nombreux partenariats se créent donc à l'instar des consortia des projets de démonstration financés par l'ADEME, dans le cadre des Investissements d'Avenir. Les projets menés en France, répertoriés sur le site de la CRE dédiés aux *smart grids* (www.smartgrids-cre.fr), couvrent une grande partie de la chaîne de valeur de l'innovation dans ce domaine, allant de projets collaboratifs de recherche à des démonstrateurs de grande échelle. Il est intéressant de noter que ces projets couvrent également une grande partie des problématiques des différents niveaux de tension et types de contraintes locales.

Les systèmes insulaires représentent d'ailleurs des lieux pertinents pour tester à grande échelle de nouvelles architectures énergétiques sous fortes contraintes. En effet, ces systèmes ne peuvent pas avoir recours aux interconnexions et sont donc plus sensibles aux aléas et variations de produc-



Graphique 2 : schéma représentant les flux d'électricité et de données d'un réseau électrique intelligent (CRE, www.smartgrids-cre.fr)

De nouvelles technologies, notamment de stockage d'énergie, décrites dans un autre article de ce dossier, permettent aujourd'hui d'exploiter les gisements de flexibilité disponibles également sur les réseaux énergétiques de gaz, chaleur et froid. Le déploiement des réseaux énergétiques intelligents dans le cadre de la transition énergétique nécessitera donc une vision systémique et multi-énergie, et s'intégrera naturellement dans les réflexions en cours sur les villes intelligentes et durables qui ont une vision encore plus large, incluant notamment les réseaux d'eau, les infrastructures de transport et de communication des villes.

tion et de demande. L'atteinte des objectifs de forts taux de pénétration d'énergies renouvelables intermittentes nécessitera donc d'y déployer en premier ce type de système, ce qui permettra en retour de réduire le recours aux énergies fossiles très onéreuses dans ces territoires.

Une grande partie des projets de démonstration prendront fin vers 2014-2016. Afin de saisir les opportunités offertes par ces nouvelles solutions, il est important pour les autorités réglementaires et régulateurs d'anticiper les besoins de modification pour créer les mécanismes permettant le déploiement de ces solutions et ainsi les marchés permettant aux industriels de rentabiliser leurs efforts de développement.

Quel rôle joue la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) ?

De manière générale, la DGEC joue le rôle d'ensemblier des politiques françaises de l'énergie, du climat et de la qualité de l'air. Concernant les réseaux énergétiques intelligents, l'éla-

laboration des réglementations liées aux réseaux énergétiques nécessite une vision sur les impacts tarifaires ainsi que sur le développement industriel. Cette vision est par construction multi-échelles comprenant à la fois la participation aux instances internationales, notamment via les initiatives de l'AIE comme ISGAN (International Smart Grid Action Network), et européennes, la consolidation d'une vision nationale ainsi que l'accompagnement d'initiatives des collectivités territoriales. L'intervention à ces différents niveaux contribue à la cohérence des politiques publiques et au maintien de la France dans la course mondiale aujourd'hui engagée dans ce domaine.

Au-delà des discussions sur le mix énergétique, il est nécessaire de préparer le déploiement des nouvelles architectures des réseaux énergétiques aujourd'hui par anticipation des modifications profondes à l'œuvre dans l'approvisionnement en électricité et dans les usages énergétiques à l'échelle européenne. Cette problématique devrait donc être un sujet clef des politiques énergétiques et industrielles dans le cadre de la transition énergétique. ■