

Chapitre I

Introduction aux réseaux électriques intelligents "Smart Grids"

1 Définitions

Les **réseaux électriques intelligents** (en anglais **smart grids**) ont pour but d'optimiser la production, la distribution et la consommation de l'énergie électrique en intégrant au réseau électrique existant (power grid) des technologies de l'information et de la communication pour le rendre "intelligent". En collectant des informations sur l'état du réseau, les smart grids contribuent à une adéquation entre production, distribution et consommation.

Objectifs des smart grids :

- Apporter plus de flexibilité au système électrique grâce aux possibilités apportées par les technologies de l'information.
- Gestion de l'offre, notamment l'intermittence due à l'intégration au réseau électrique des sources d'énergie renouvelables intermittentes (éolien, photovoltaïque).
- Gestion avancée/automatisée des réseaux (transport et distribution) : augmenter l'efficacité énergétique de l'ensemble du réseau, réduire les coûts associés à la production et à la distribution de l'électricité, améliorer la fiabilité du réseau.
- Stockage.
- Action sur la demande (demand response) : renforcer les mécanismes de réponse de la demande d'électricité au prix de l'électricité, et ainsi éviter les pics de consommation d'électricité, très coûteux et très polluants (lisser les pics de production énergétique).

Caractéristiques de ces réseaux intelligents :

- Flexibilité : permettent de gérer plus finement l'équilibre entre production et consommation.
- Fiabilité : améliorent l'efficacité et la sécurité des réseaux.
- Accessibilité : favorisent l'intégration des sources d'énergies renouvelables sur l'ensemble du réseau.
- Economie : apportent, grâce à une meilleure gestion du système, des économies d'énergie.

2 Les enjeux des réseaux intelligents : transition énergétique

Des réseaux électriques intégrant davantage les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), favoriseront la **transition** vers une économie énergétique propre. Ils faciliteront l'intégration des énergies renouvelables intermittentes et l'insertion de nouveaux usages (VE/VHR...).

Contraintes d'évolution du secteur électrique

- Soumis à une forte croissance : 2^{ème} secteur dans la consommation finale ; Electrification des pays en développement ; Renouvellement du parc des pays développés.
- Au cœur des enjeux environnementaux : 2/3 de la production à partir d'énergies fossiles ; 1^{er} émetteur de gaz à effet de serre ; Pertes élevées.

Défis de la transition

- Défis économiques : Anticiper les substitutions technologiques ; Évaluer les coûts et bénéfices ; Dynamique temporelle (quelques décennies).
- Défis technologiques : Complexification de l'exploitation ; Maintien de la tension et de la fréquence ; Dynamique temporelle (quelques millisecondes ; quelques heures).

Complexité liée à l'évolution de la consommation

- Croissance de la consommation : nouveaux usages, véhicules électriques.
- Croissance de la pointe.

Autres contraintes sur le secteur électrique

- Les énergies renouvelables se développent : La part de la production de sources renouvelables augmente dans la production électrique ; Les productions éolienne et photovoltaïques, intermittentes, doivent être raccordées aux réseaux de façon plus efficace.
- Les objectifs contraignants du paquet Climat-Énergie : 20 % d'énergies renouvelables ; 20 % d'amélioration de l'efficacité énergétique ; 20 % de la baisse des émissions de gaz à effet de serre.

Evolution vers les réseaux communicants

- Architecture simple et centralisée.
- Apparition de nouvelles productions centralisées : réseau faiblement communicant ; décentralisées : les consommateurs/clients deviennent également producteurs.
- Réseaux intelligents : communicants et interactifs ; Échange de données en temps réel pour assurer l'équilibre du système.

3 Intérêts : Bénéfices attendus

Meilleure utilisation des moyens de production

- Optimisation du coût global de satisfaction de l'équilibre offre-demande.
- Réduction des coûts des services système.
- Réduction des couts d'ajustement.
- Réduction des coûts de congestion.

Investissement économisés dans les réseaux

- Investissement différés en capacités de transport.
- Investissement différés en capacités de distribution.
- Amélioration de la durée de vie des équipements.

Economies d'opération et maintenance des réseaux

- Réduction des coûts de maintenance.
- Réduction des coûts de opérationnels.
- Réduction des coûts de gestion de la clientèle.
- Réduction des coûts de relève et de maintenance des compteurs

Economies sur les pertes

Réduction des coupures moyennes et de grande ampleur et des coûts de leur gestion

Qualité d'alimentation

- Réduction des microcoupures
- Amélioration de la qualité de la tension

Environnement

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre
- Réduction des émissions d'autres polluants

4. Technologies et moyens

Le compteur intelligent ou communicant

Plusieurs pays se sont lancés dans le remplacement des compteurs traditionnels situés au niveau des consommateurs résidentiels par des compteurs communicants (opération impliquant le remplacement de plusieurs dizaines de millions de compteurs selon la taille du réseau). Ce compteur permettra en outre de connaître la courbe de charge ou le profil de consommation individuel des consommateurs. Bien entendu, la relève du compteur se fait à distance et pourra

donc s'effectuer plus fréquemment et plus précisément. On peut donc s'attendre à une certaine optimisation dans la gestion du client final.

Les actionneurs dans les réseaux

Ce sont en général des dispositifs, souvent à base d'électronique de puissance, qui permettent de mieux gérer les transits de puissance ou d'autres variables du réseau comme par exemple la tension. Cela peut aller jusqu'à la possibilité de gestion des architectures même du réseau par actions de bouclage et débouclage rapide, entre autres.

Les dispositifs de coupures rapides et protections intelligentes

Des progrès importants ont été accomplis dans les dispositifs de coupure comme les interrupteurs ou les organes de manœuvres télécommandables. De plus les protections sont de plus en plus performantes et s'auto-adaptent à leur environnement ce qui permet aussi d'envisager de nouveaux schémas d'exploitations autorisant le fonctionnement du réseau au plus près de ses limites.

Capteurs performants associés ou non aux dispositifs existants

Les réseaux de distribution sont très faiblement instrumentés en matériel de mesure ce qui pose le problème de leur observabilité. L'arrivée de capteurs peu coûteux combinés aux possibilités de communication adéquates ouvrirait des perspectives supplémentaires en terme d'observabilité et donc de possibilité de mieux contrôler le réseau de distribution en temps réel.

Des fonctions avancées de supervision et de contrôle des réseaux

Ces fonctions se trouvent au niveau des centres de télé-conduite. Elles exploitent notamment des informations venant du réseau de distribution et permettent des actions sur ce dernier qui n'étaient pas possibles jusqu'à présent du moins sur les réseaux de distribution à structure classique arborescente.

Dispositifs de stockage de l'énergie

Même si les possibilités de stockage à grande échelle sont aujourd'hui extrêmement faibles et le coût global relativement élevé, on peut s'attendre à des développements conséquents à l'avenir notamment en lien avec le développement des énergies renouvelables de type intermittentes.

Les TICs

peuvent offrir des potentialités d'innovation et de flexibilité à très bas coût moyennant bien entendu la maîtrise des risques qui leur sont associés.