

Les réseaux électriques tournés vers l'intelligence et l'énergie durable : Pourquoi, comment et quels sont les challenges des smart Grids ?



Pr. Jamel BELHADJ

Directeur de HIDE

Certains d'entre vous ou peut-être tous vous avez entendu parler des réseaux d'énergie intelligents, plus communément connus sous l'appellation « Smart Grids ». Et certainement, la communauté des électriciens, enseignants-chercheurs, ingénieurs, opérateurs se posent beaucoup de questions sur cette nouvelle génération de réseaux électriques.

Personnellement, avant de me pencher sur ce sujet à la fois passionnant et complexe, les questions qui m'ont intrigué le plus sont les suivantes :

- ✓ S'agit-il d'une mutation nécessaire et profonde des systèmes énergétiques ?
- ✓ Est-ce que le SmartGrid est une idée, un concept ou un prototype ?
- ✓ Est-ce qu'un Smart Grid est réalisable?

✓ Si oui, quels sont les défis technico-économiques, sociologiques qu'il est susceptible de relever ?

✓ Si oui comment mettre en place un Smart Grid et avec quelle feuille de route ?

Pour bien répondre à la première question, il faut montrer clairement avec des données exactes et une analyse technico-économique rigoureuse, les limites des réseaux conventionnels.

En effet, les réseaux conventionnels sont caractérisés par beaucoup de pertes qui provoquent un impact direct sur le coût de toute la chaîne énergétique de la production à la consommation. Ces pertes concernent les pertes techniques au niveau de la production, **plus que 60%**, à cause des mauvais rendements des systèmes classiques de production de l'énergie. Ensuite, les pertes de transport de l'énergie généralement sur de longues distances dans la majorité des pays sont en moyenne situées entre **5 et 10%**. Viennent par la suite les pertes dans le réseau de distribution, qui sont de l'ordre de **5%**, et les pertes au niveau des consommateurs à cause des mauvais rendements des charges conventionnelles et les pertes commerciales par fraudes et comptage de l'énergie qui peuvent atteindre **5%**. Pour le cas de la Tunisie, les pertes de l'énergie électrique dans le réseau de transport ainsi que les fraudes s'élèvent à environ **20%** de la production nationale. Pour avoir une idée sur l'énormité de ces pertes, c'est l'équivalent de la centrale de Rades Tranches A et B.

La seconde limite d'un réseau conventionnel est liée à son infrastructure de puissance qui est unidirectionnelle avec une production centralisée dans des centrales de très grande puissance avec

des consommateurs passifs. En conséquence, on aura une **gestion centralisée, un réseau peu autonome, un réseau peu proactif**, etc.

Cette production dans de grandes centrales conventionnelles à fuel, à charbon, à gaz,... est à la base des problèmes du réchauffement climatique et les indicateurs sont très clairs alors qu'aujourd'hui on passe par une **transition écologique qui s'impose**.

La troisième limite des réseaux conventionnels vient du **vieillissement des infrastructures traditionnelles**. En effet, dans la majorité des pays, les réseaux accusent souvent un vieillissement très avancé. Pour la Tunisie, l'âge de la plupart des infrastructures est de plus de 70 ans. Ceci contraste radicalement avec l'âge moyen d'un transformateur qui dépasse parfois les **40 ans**. Cette vétusté plus ou moins importante est de nature à augmenter le taux de défaillance qui se traduit par des **blackouts** dont l'impact économique est certain. Néanmoins, ces blackouts peuvent aussi être dus à d'autres phénomènes dont les **aléas de consommation et météorologiques**, les perturbations induites, comme les courts-circuits, les déclenchements de groupes de productions, les agressions extérieures, etc.

Ceci montre que la filière de l'énergie électrique (production, consommation) actuelle et future, si rien n'est fait, trahit un ensemble de limites qui la rendent inéluctablement sous tension. En outre, sa stabilisation s'annonce comme un ensemble de défis technologiques et économiques à relever impérativement.

Pour pallier les limites dont souffrent les réseaux traditionnels, il faut tout d'abord passer

à un réseau à forte intégration de renouvelables avec une **production naturellement décentralisée** fournie par des centrales photovoltaïques, éoliennes, etc. par ailleurs, l'intégration massive des systèmes de micro-génération favorisant **l'autoproduction et l'autoconsommation** est une orientation très efficace dès lors que le site de production jouit d'une proximité directe par rapport aux consommateurs. Ce qui est de nature à minimiser le transport de l'énergie.

Se pose alors la question de la **gestion de l'intermittence**. On peut la résoudre grâce à l'interconnexion, l'intégration des éléments de stockage sous forme eau, hydrogène vert ainsi que l'intégration des véhicules électriques. On aura donc une nouvelle architecture d'un réseau **multi-énergies et vert**, avec de nouveaux usagers de l'énergie dont notamment le consommateur, qui peut devenir à son tour un acteur. On l'appelle **Consomma-cteur**, dans le marché de l'énergie, comme les villes intelligentes, les véhicules électriques, les bâtiments à énergie positive, etc. Cette nouvelle architecture est de nature à imposer une gestion efficiente du regain de **complexité lié à la consommation et la croissance de la pointe**.

Cette architecture est certainement complexe du point de vue physique car on aura un réseau à forte intégration d'électronique de puissance et d'un point de vue **information** qui sera la base de la gestion, avec des **algorithmes avancés et big data**, de tous les éléments du réseau pour obtenir un **réseau communiquant**. C'est la définition d'un réseau intelligent ou smart Grid qui se définit comme la superposition d'un réseau électrique et d'un **réseau de communication avec une infrastructure avancée de mesures et de**

communication des informations, des serveurs de traitement et de sauvegarde des données, des SCADAs, des EMS pour la gestion optimale locale et globale du réseau avec tous ses composants, des serveurs. Toutes ces fonctions sont assurées par le **Smart Grid Management Center (SGMC)**, qui constitue le cerveau du réseau intelligent qui contrôle et gère en temps réel le réseau. Ces fonctions ne peuvent être implémentées que s'il y a une **infrastructure numérique très sophistiquée** composée de stations dotées d'une **très grande puissance de calcul**. Faut-il souligner que, de par sa construction, le SGMC est forcément très **énergivore**.

Cette orientation prend l'allure d'une révolution industrielle dont la finalité est l'instauration d'un environnement stable et sécurisé permettant aux opérateurs et investisseurs de disposer d'un système électrique exploitant **l'énergie durable décarbonée** et intégralement géré par **l'intelligence**. Cette révolution industrielle est le fruit d'une **synergie entre l'industrie électrique et l'intelligence artificielle**.

Ces réseaux ont l'avantage d'être **reconfigurables**. Car ils sont dotés de mécanismes d'adaptation rapide, voire instantanée par rapport aux changements qui affectent la demande, les ressources disponibles, la saison, le moment de la journée. Ils sont **flexibles**, car ils permettent de gérer plus finement l'équilibre entre production et consommation avec une bonne **continuité du service** et ce, grâce à la capacité de détection des anomalies et leur correction.

Ce sont des réseaux **optimisés et distribués** qui assurent l'utilisation optimale des ressources du réseau qui est basé sur une très **bonne prédictibilité**, qui rend le réseau capable d'analyser et

de prédire les besoins et les pics de consommation, **même dans des conditions très aléatoires** comme le cas de la période de la crise du Covid 19. De surcroît, d'un point de vue économique, ces réseaux assurent **un smart pricing** qui adapte le prix de l'électricité consommée à la manière dont l'électricité a été produite et le moment de sa consommation. Ainsi, grâce à sa gestion efficace de l'ensemble du système électrique, le smart Grid **génère des économies d'énergie et une diminution des coûts à la production comme à la consommation**.

En conclusion, ce nouveau réseau constitue un **écosystème complexe** que l'on peut décrire comme étant une combinaison de systèmes destinés à saisir les éléments les plus structurants de cette nouvelle économie de l'électricité ou économie de l'énergie au sens large. Ceci nous montre que pour le moment le smart Grid est un **concept avec quelques réalisations existantes**. De même il n'y a pas encore de standard ou de normes comme dans le monde des télécommunications et **rien n'est encore définitivement figé** autour des smart Grids, les architectures et les moyens de communiquer peuvent encore évoluer.

Pour autant, est-il besoin de noter que, d'ores et déjà, on enregistre la naissance d'une organisation qui tente de développer la réflexion sur les Smart Grids. Il s'agit de « IEEE Smart Grid » qui regroupe des experts de différents domaines tels que communication numérique, calcul distribué, gestion de l'énergie, etc. Le but étant de trouver des réponses et des solutions à de multiples verrous d'ordre à la fois scientifique et industriel. Un réseau de plusieurs laboratoires spécialisés dans différents domaines et appartenant à divers pays est déjà à l'œuvre. **Qu'en est-il de la Tunisie ?**