

## CHAPITRE 5

### SMART GRID

#### Généralités sur les réseaux classiques (production-transport-Distribution)

- Parc de production (TG, TV, ....)
- Télémessure, moyen de télécommunication,...
- Exploitation organisée du réseau électrique (DN , RPN, Télé réglage, programme de marche....)
- Réglage de la fréquence, tension, ...
- Régimes d'exploitation (pointe, Base)
- Contraintes :
  - Indisponibilité des moyens de production (consommation > production et ces conséquences
  - Incidents (Déclenchement, Black out,.....) ou inspection programmée  
Remèdes : Délestage,.....
  - Augmentation de fréquence ( Illotage...)
  - La stabilité
  - Investissements (Réhabilitation des ouvrages, inspections des équipements, Libéralisation des marchés

Conclusion : Les réseaux classiques adaptent la production à la consommation

#### Les réseaux conventionnels et leurs contraintes

Les systèmes d'énergie actuels reposent principalement sur des centrales hydroélectriques, nucléaires ou à combustible fossile de grande envergure qui fournissent de l'électricité via des systèmes de transport et de distribution créés il y a longtemps.

L'augmentation de la demande d'électricité en raison du rapide développement social,

La dépendance croissante des économies modernes vis-à-vis de l'électricité.

Cette dépendance accroît la pression à laquelle sont soumises les utilités qui doivent empêcher les perturbations du réseau, déjà très coûteuses pour ces économies.

#### Les réseaux intelligents (smart grid)

##### Définition

Les réseaux intelligents (smart grids) sont des réseaux électriques capables d'intégrer efficacement les comportements et actions de tous les utilisateurs qui y sont raccordés – producteurs, consommateurs et utilisateurs, afin de constituer un système rentable et durable, présentant des pertes faibles et un niveau élevé de qualité et de sécurité d'approvisionnement.

Un « *smart grid* » utilise des technologies d'information (TIN) et des systèmes numériques rapides de communication bidirectionnelle entre fournisseur et consommateur (systèmes intelligents de mesure et de contrôle) pour optimiser la production, la consommation et la distribution d'électricité.

##### Objectif du réseau intelligent

Les smart grids, ou réseaux « intelligents », visent à :

- Régulation intelligente de l'offre et la demande en énergie électrique en lissant les pics de consommation (Les pointes) qui sont coûteux et polluant, ce qui réduit les émissions de gaz

à effet de serre.

- Intégration des producteurs et consommateurs comme acteurs actifs du système électrique
- Intégration et optimisation des Energies Renouvelables et les stockages d'énergie dans les réseaux électriques
- Innovation des nouveaux produits énergétiques et services associés avec la gestion des charges ;
- Accroissement de la qualité d'énergie fournie aux consommateurs finals (réduction des défaillances liées à la fois au réseau et à des déséquilibres offre/demande) ;
- Optimisation de l'utilisation des équipements électriques, anciens et nouveaux (bâtiments à énergie positive, véhicule électrique) ;
- Anticipation des défaillances, les renforcements nécessaires, les maintenances sur les réseaux et réagir rapidement aux événements climatiques exceptionnels ;
- Développement des technologies et des réseaux d'informations, le stockage et la gestion de données, en assurant la confidentialité des données.

### Les impacts et gains attendus sur la chaîne électrique

#### Les impacts :

- Objectifs environnementaux, (contribution à la réduction des gaz à effet de serre);
- Flexibilité : ils permettent de gérer plus finement l'équilibre entre production et consommation (Sécurité d'approvisionnement en électricité);
- Capacités de production avec un développement et un contrôle facilités des productions intermittentes ;
- Fiabilité : ils améliorent l'efficacité et la sécurité des réseaux en assurant une gestion optimale des pannes dans un temps minimisé ;
- Efficacité énergétique : Connaissance en temps réel des profils de consommation ;
- Accessibilité : ils favorisent l'intégration des sources d'énergies renouvelables sur l'ensemble du réseau avec un pilotage optimisé d'infrastructures de stockage.
- Economie : ils apportent -grâce à une meilleure gestion du système- des économies d'énergie et une diminution des coûts (Coûts de production, coûts de consommation liés au réseau de distribution et à l'énergie de réglage).

#### Les gains :

##### Pour les consommateurs :

- Diminution des temps de coupure,
- Maîtrise voire réduction des factures énergétiques,
- Meilleure lisibilité de leurs productions EnR (une installation produisant de manière sous-optimale, et donc augmentant son temps de retour sur investissement, sera repérée plus facilement),
- Utilisation du stockage optimisée

##### Pour les producteurs :

- Meilleure lisibilité de la demande à satisfaire ;
- Informations précises sur les injections et soutirages sur le réseau de distribution ;

- Optimisation des moyens de production en fonction des besoins;

Pour les fournisseurs :

- Connaissance des profils de consommation (بيانات الاستهلاك) des clients de manière précise pour réaliser des offres concurrentielles adaptées,
- Meilleure gestion de la demande (DSM- *Demand Side Management*),
- Meilleure gestion des approvisionnements (effacement de certaines consommations dans les périodes de pointe,
- Pour les gestionnaires de réseaux :
  - meilleure visibilité sur les flux qui transitent sur les réseaux afin d'assurer une meilleure optimisation du système,
  - réduction des défaillances et temps de coupure par une information rapide des pannes,
  - réduction des pertes en ligne,
  - équilibrage facilité entre l'offre et la demande sur les marchés d'équilibrage, notamment avec les possibilités d'effacement partiel de consommation en période de pointe.

Fonctionnement

Le réseau intelligent associe les infrastructures électriques aux technologies numériques qui analysent et transmettent l'information reçue. Ces technologies sont utilisées à tous les niveaux du réseau : production, transport, distribution et consommation.

- Un contrôle des flux en temps réel : des capteurs installés sur l'ensemble du réseau indiquent instantanément les flux électriques et les niveaux de consommation. Les opérateurs du réseau peuvent alors réorienter les flux énergétiques en fonction de la demande et envoyer des signaux de prix aux particuliers pour adapter leur consommation (volontairement ou automatiquement).
- L'interopérabilité (توافقية) des réseaux : Echange instantané d'informations entre les gestionnaires du réseau de transport et ceux du réseau de distribution.
- L'intégration des énergies renouvelables au réseau : les réseaux intelligents reposent sur un système d'information qui permet de prévoir à court et à long terme le niveau de production et de consommation. Les énergies renouvelables qui fonctionnent souvent par intermittence et de façon peu prévisible (ex : l'éolien) peuvent ainsi être mieux gérées.
- Une gestion plus responsable des consommations individuelles : les compteurs communicants ou intelligents (smart meter) sont les premières versions d'application du réseau intelligent. Installés chez les consommateurs, ils fournissent des informations sur les prix, les heures de pointe de consommation, la qualité et le niveau de consommation d'électricité en temps réel. Les consommateurs peuvent alors réguler eux-mêmes leur consommation au cours de la journée. De leur côté, les opérateurs du réseau peuvent détecter plus vite les pannes.

Comparaison des principes de fonctionnement entre les deux réseaux :

- Dans les réseaux traditionnels, la production d'électricité est constamment adaptée à la consommation afin de garantir que la quantité d'énergie disponible sur le réseau soit en permanence égale à celle consommée, les différences à court terme entre l'offre et la demande étant compensées via l'énergie de réglage (Energie réglante).
- Au sein des (smart grids), un algorithme dans un centre de calcul permet de coordonner rapidement et de manière complètement automatisée l'offre et la demande en jouant

activement sur la charge ou sur la production, ou en alimentant le système d'accumulation. En fonction de sa conception, le centre de calcul peut couvrir une zone décentralisée ou un réseau de transport.

- Les smart grids servent non seulement à piloter des installations de production, mais également à connecter ou déconnecter les charges en fonction des besoins. La gestion de la demande (*demand side management*, DSM), par exemple, permet d'adapter la demande à la production et ainsi de réduire les besoins de stockage en cas d'augmentation de l'injection d'énergies renouvelables stochastiques.

### Différences techniques entre des deux réseaux:

Le système actuel et les smart grids sont caractérisés par les différences suivantes:

#### ✚ Système traditionnel:

- Structure hiérarchisée
- Centrales généralement de grande taille
- Nombre peu élevé de grandes installations centrales de stockage de l'énergie
- Utilisation non généralisée des technologies de l'information et de la communication (TIC)

#### ✚ Smart grid:

- Nombreux composants de différentes tailles
- Intégration d'installations de production décentralisées (DEG: distributed energy generation)
- Intégration de nombreuses petites installations de stockage décentralisées (pour charger les véhicules électriques par exemple)
- Composants plus intelligents
- Utilisation constante des TIC jusqu'aux consommateurs finaux

### **Les impacts et gains attendus sur la chaîne électrique**

Les théories et expériences sur les SG suggèrent que ces réseaux pourraient contribuer à atteindre non seulement des objectifs environnementaux mais également à permettre de détendre le système électrique soumis actuellement à de fortes tensions<sup>8</sup>, par un impact :

- En termes de capacités de production avec un développement et un contrôle facilités des productions intermittentes ;
- En termes de qualité avec une gestion des pannes optimisées et de durées théoriquement minimisées ;
- En termes d'efficacité énergétique avec une connaissance en temps réel des profils de consommation ;
- En termes d'efficacité opérationnelle par une meilleure adéquation de la production, des réseaux et de la consommation ;
- Par une insertion facilitée des technologies propres (EnR avec un pilotage optimisé d'infrastructures de stockage).

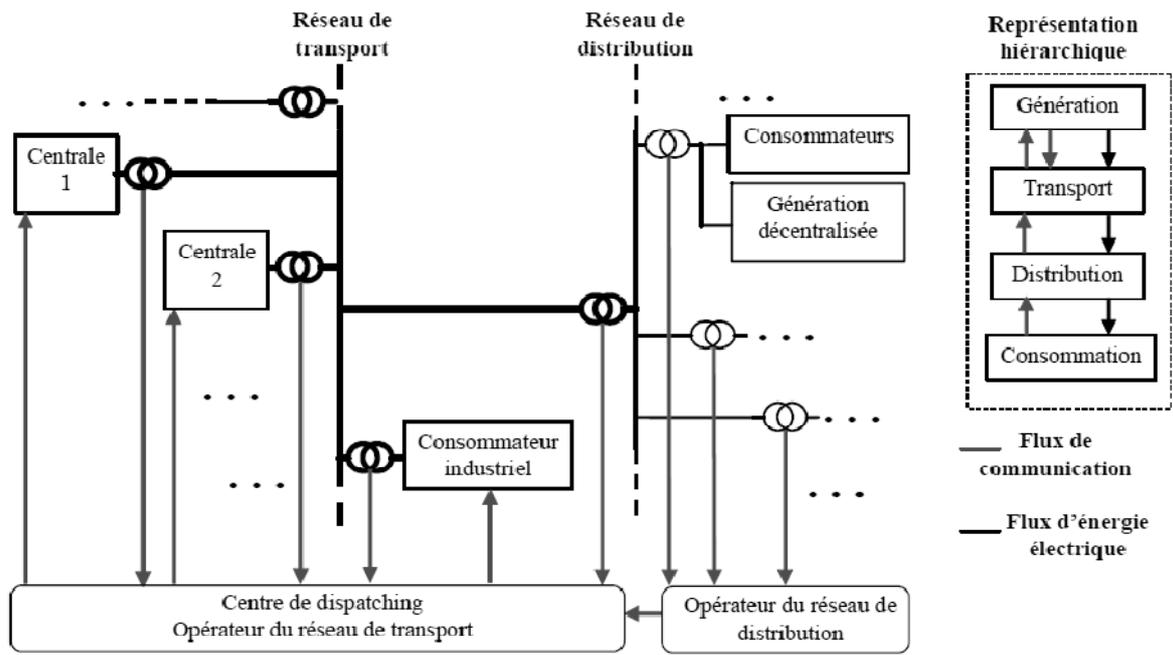


Fig. 1.16. Structure traditionnelle du système électrique

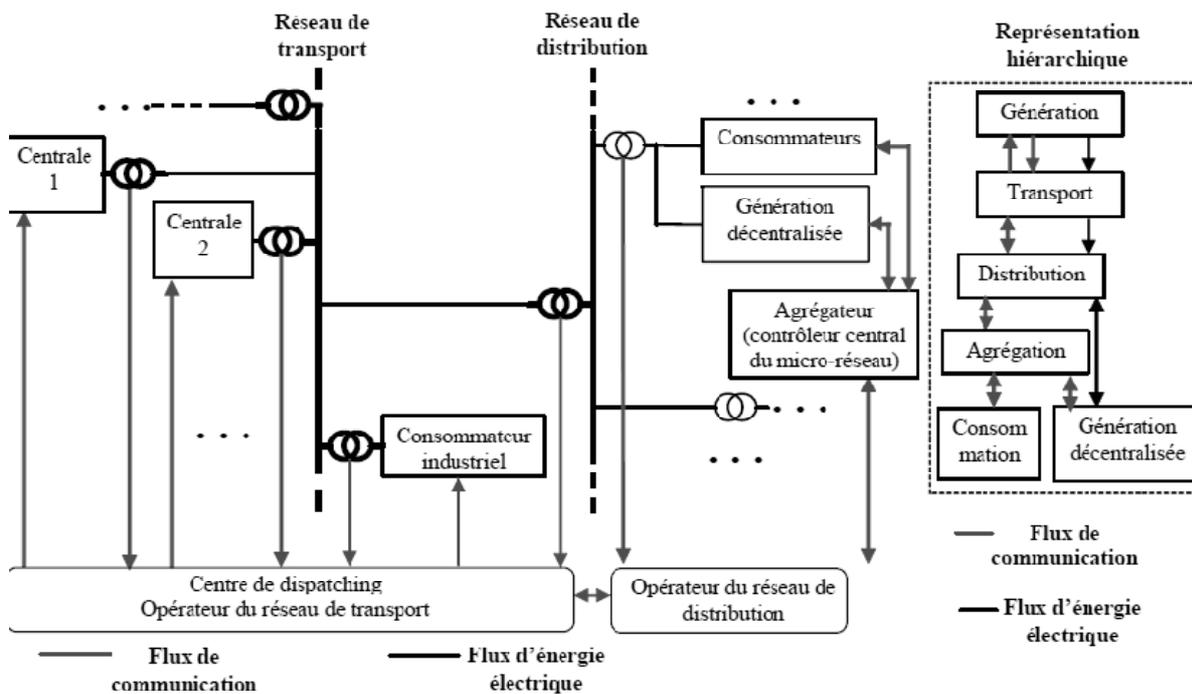


Fig. 1.17. Structure du réseau intelligent

Objectifs des pays

- le Danemark et la Suède ---- Introduction de manière large les véhicules électriques
- L'Espagne ---- Augmentation de la qualité de fourniture en réduisant les incidents
- Le Portugal ---- intégration des énergies renouvelables dans le système électrique.
- L'Italie ----- Diminution des fraudes grâce aux nouveaux compteurs intelligents et communicants (85%)
- Les Pays-Bas ----- Diminuant des émissions de gaz à effet de serre
- la France ----- Information des consommateurs, maîtrise de la demande d'énergie,