

III LES RESEAUX ELECTRIQUES DU FUTUR-LES SMART-GRIDS

III.1- Description générale :

Les smart grids sont une technologie qui permettrait d'affronter les changements actuels dans le paysage énergétique comme l'intégration des énergies renouvelables au réseau, la gestion de l'augmentation de la consommation ou encore le développement des voitures électriques.

En effet ce réseau de distribution intelligent basé sur des technologies informatiques augmenterait l'efficacité de la gestion entre l'offre et la demande d'électricité. Ce nouvel équilibre engendrerait une optimisation du réseau de distribution mais aussi de la production.

Les smart grids minimiseraient les pertes en ligne (comme produire inutilement de l'électricité lorsque l'offre est supérieure à la demande) ainsi que les problèmes causés par les énergies intermittentes (comme le solaire et l'éolien) sachant que l'énergie électrique est difficilement stockable. Elles seraient également l'alternative au remplacement et la construction de nouvelles lignes électriques.

La notion de Smart grids combine deux idées : d'une part, rendre plus intelligents les réseaux électriques et, d'autre part, créer des mini-réseaux autonomes et dans lesquels on pourra associer aisément différentes sources d'énergie.

Le système électrique sera ainsi piloté de manière plus flexible pour gérer les contraintes telles que l'intermittence des énergies renouvelables et le développement de nouveaux usages tels que le véhicule électrique. Ces contraintes auront également pour effet de faire évoluer le système actuel, où l'équilibre en temps réel est assuré en adaptant la production à la consommation, vers un système où l'ajustement se fera davantage par la demande, faisant ainsi du consommateur un véritable acteur Figure III.1.

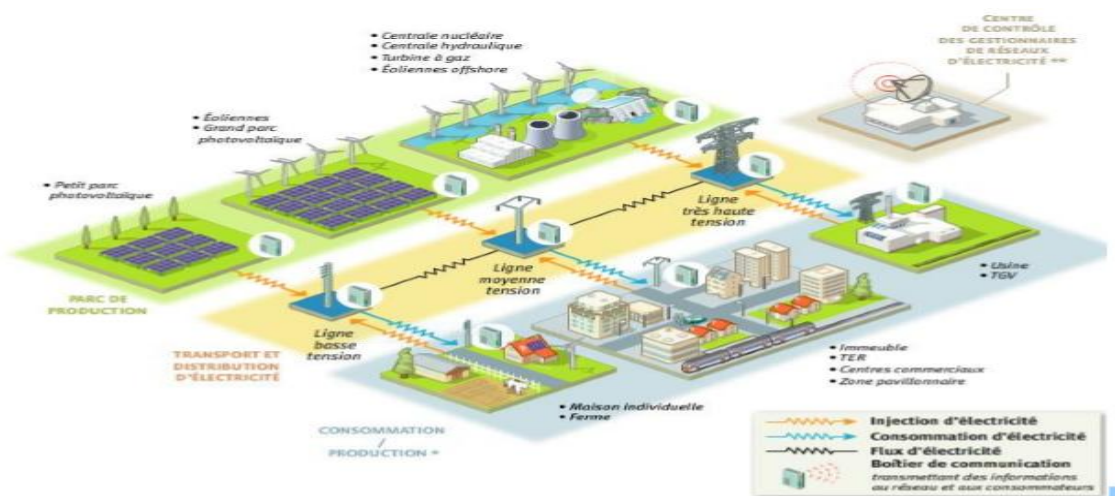


Figure III.1: exemple de réseaux électrique intelligent

III.2.-DEFINITION DE SMART GRID :

Un réseau intelligent est un réseau équipé de capteurs et d'actionneurs (compteurs intelligents, détecteurs de défaut, cellules HTA, etc.) et communicant (directement ou via une interface). Grâce aux informations collectées et à une intelligence répartie (en local et en central), le réseau est adapté en temps réel en fonction des besoins et des contraintes (équilibre des phases, délestage, gestion des pics de demande, production décentralisée)[6].

Un réseau électrique intelligent peut être décrit comme étant une combinaison de systèmes qui s'articulent autour de trois types de systèmes (Figure III.1):

- (1) Des systèmes de production d'énergie conventionnelle et renouvelable, les forment l'ensemble des capacités de production électrique.
- (2) Des systèmes constitués des réseaux de distribution et de transport pilotés par l'offre et la demande d'énergie.
- (3) Des systèmes locaux d'intégration des énergies renouvelables et des systèmes de stockage, et même des véhicules électriques

III.3.-Les avantages de Smart Grids :

- optimiser le rendement des centrales et/ou petites unités de production ;
- éviter d'avoir à construire régulièrement de nouvelles lignes ;
- minimiser les pertes en ligne ;
- optimiser l'insertion de la production décentralisée et diminuer ou éliminer les problèmes induits par l'intermittence de certaines sources (énergies solaires, éolien, marémotrice, et moindrement hydroélectricité)

III.4- Les Smart Grids visent à... :

- ❖ faciliter le raccordement et l'exploitation de tous les moyens de production, en particulier des renouvelables en réduisant de façon significative l'impact environnemental du système électrique complet ;
- ❖ permettre au consommateur de jouer un rôle actif dans l'exploitation optimisée du système électrique ;
- ❖ optimiser le niveau de fiabilité, de sûreté et de qualité de l'électricité, et améliorer les services actuels de façon efficiente ;

III.5- Fonctionnement de smart grids :

Au sens large, un réseau intelligent associe l'infrastructure électrique 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[10]. Figure III.2-

- A. Un contrôle des flux en temps réel :
- B. L'interopérabilité des réseaux :
- C. L'intégration des énergies renouvelables au réseau :
- D. Une gestion plus responsable des consommations individuelle :

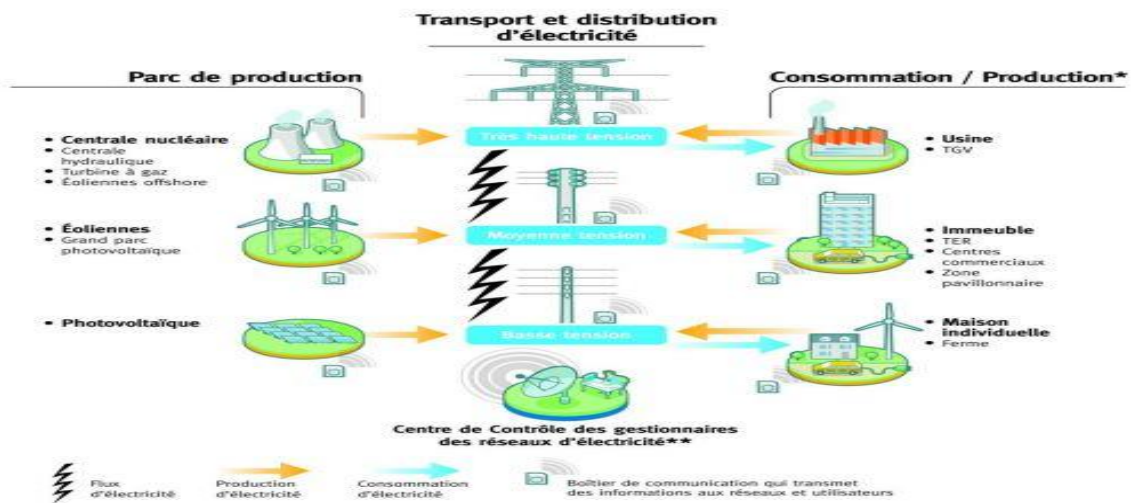


figure III.2 - Fonctionnement des smart grids (©CRE).

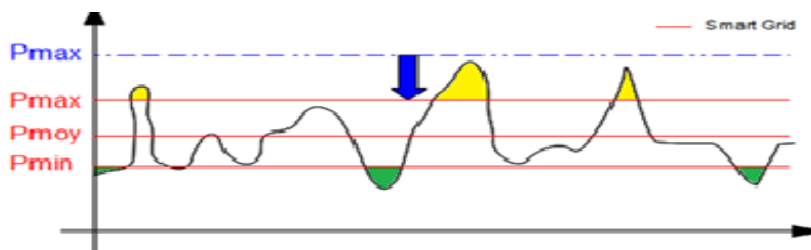


Figure III.3 - Approche simple du Smart Grid.

Notre approche basée sur des modèles comportementaux de différents niveaux de détails offre une méthodologie qui montre que les moyens préconisés permettent d'optimiser la production en fonction de la demande tout en tenant compte de la rapidité de réglage des

différents types de centrales. Cette méthode offre un moyen d'action pour le gestionnaire parc de production mais aussi le gestionnaire de parc immobilier. Figure III.3 .

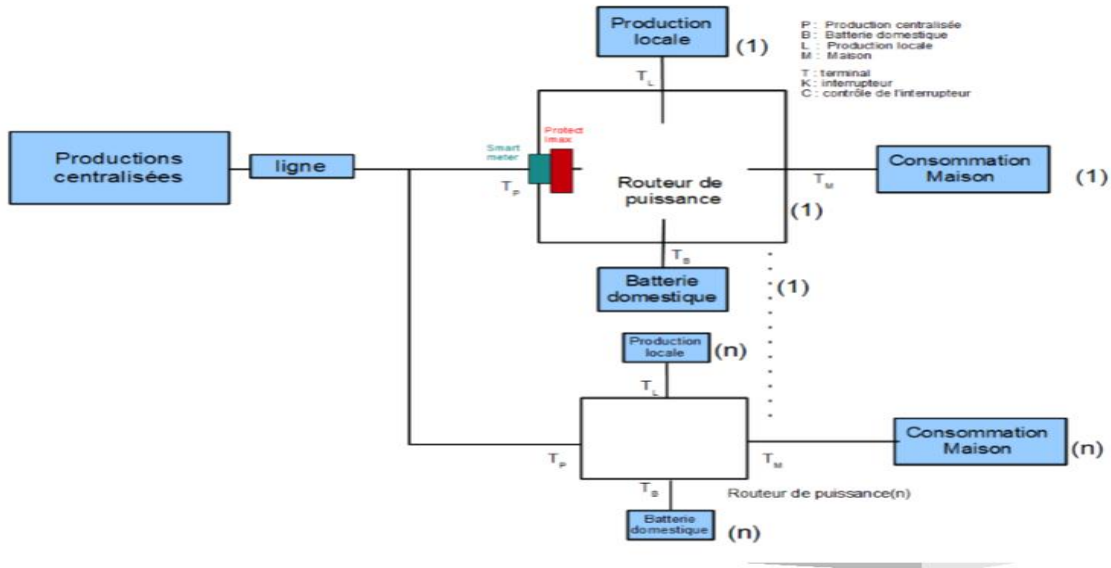


Figure III.4 Schéma bloc global du modèle Smart Grid.

B-Le système électrique doit être modernisé :

La gestion des réseaux électriques, jusqu'à présent centralisée et unidirectionnelle allant de la production à la consommation, sera demain répartie et bidirectionnelle. Cela constitue un changement sans précédent dans la façon de concevoir et de piloter le réseau et nécessite de l'adapter [8]. La solution qui consisterait à ne faire que du renforcement de réseaux est sous-optimale et difficilement réalisable, eu égard à la démographie croissante en ville, à la difficile acceptabilité sociale des nouvelles infrastructures et aux coûts importants des investissements à consentir.

Cette adaptation du système électrique doit donc passer par l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication aux réseaux Figure III.5.

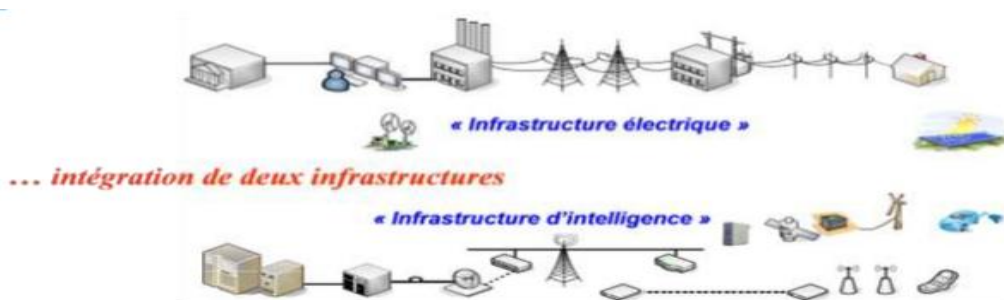


Figure III.5: intégration de deux infrastructures.

III.6--Rendre les réseaux électriques intelligents :

Les réseaux électriques intelligents, ou Smart grids, sont communicants car ils intègrent des fonctionnalités issues des technologies de l'information et de la communication. Cette communication entre les différents points des réseaux permet de prendre en compte les actions des différents acteurs du système électrique, et notamment des consommateurs. L'objectif est d'assurer l'équilibre entre l'offre et la demande à tout instant avec une réactivité et une fiabilité accrues et d'optimiser le fonctionnement des réseaux.

Rendre les réseaux électriques intelligents consiste donc en grande partie à les instrumenter pour les rendre communicants. Actuellement le réseau de transport est déjà instrumenté notamment pour des raisons de sécurité d'approvisionnement. En revanche, les réseaux de distribution sont faiblement dotés en technologies de la communication, en raison du nombre très important d'ouvrages (postes, lignes, etc.) et de consommateurs raccordés à ces réseaux. L'enjeu des Smart grids se situe donc principalement au niveau des réseaux de distribution

Caractéristiques des réseaux électriques actuels	Caractéristiques des réseaux électriques intelligents
Analogique	Numérique
Unidirectionnel	Bidirectionnel
Production centralisée	Production décentralisée
Communicant sur une partie des réseaux	Communicant sur l'ensemble des réseaux
Gestion de l'équilibre du système électrique par l'offre/production	Gestion de l'équilibre du système électrique par la demande/consommation
Consommateur	Consom'acteur

★ Capture rectangulaire

Figure III.1--L'architecture du système électrique intelligent :

L'architecture des réseaux intelligents se compose de trois niveaux :

- le premier sert à acheminer l'électricité par une infrastructure classique d'ouvrages électriques (lignes, transformateurs, etc.) ;
- le deuxième niveau est formé par une architecture de communication fondée sur différents supports et technologies de communication (fibre optique, GPRS, CPL, etc.) servant à collecter les données issues des capteurs installés sur les réseaux électriques ;

– le troisième niveau est constitué d'applications et de services, tels que des systèmes de dépannage à distance ou des programmes automatiques de réponse à la demande d'électricité utilisant une information en temps réel

III.7-Objectifs du smart grids :

La mise en place de smart grids a plusieurs objectifs. Tout d'abord, elle vise à diminuer l'impact du système électrique sur l'environnement. Ensuite, elle cherche à sensibiliser les usagers et à les rendre plus actifs par rapport à leur consommation d'électricité, tout en leur permettant de la contrôler efficacement. Ce système intelligent a également pour but de développer la production d'électricité décentralisée équipements essentiels.

III.8- - Gestion et distribution électrique dans un foyer :

La production d'énergie dans ce modèle basée sur les réseaux intelligents est décentralisée.

Elle comporte l'énergie produite classiquement et l'énergie renouvelable. Une zone est alimentée par des lignes de haute tension; cette énergie sera transformée afin d'alimenter le Réseau local et en cas de surcharge, l'énergie de plus sera stockée pour utilisation ultérieure. L'ajustement des tensions au niveau du réseau est géré par des modules de contrôle munis d'interfaces de communication sans fil, et téléguidés à distance par un centre de commande [24]. L'intégration des véhicules électriques dans le réseau a également été prise en considération dans ce type de réseaux. Des stations de recharge électrique sont installées sur plusieurs points dans le réseau. Ces stations alimentent ces véhicules dans des stations communes et même dans les foyers [24].

III.9-- Plateformes industrielles :

Dans l'industrie, plusieurs constructeurs d'équipements et de logiciels ont proposé des environnements pour modéliser, gérer et surveiller les réseaux électriques. Nous citerons trois exemples de ce type de solutions.

Cisco Smart Grids est une combinaison de produits et de services dont l'architecture globale comporte quatre domaines principaux [29]:

(1) Création, transmission, distribution et gestion de la production (centralisée ou décentralisée) d'énergie.

(2) Gestion de la consommation au niveau des foyers, des industries et des commerces.

(3) Gestion du réseau électrique : installations et maintenance des éléments du réseau.

(4) Monitoring : facturation, gestion des données, etc.

III.10- Concept d'un Smart grids :

Les SG sont la base pour le développement de la transmission des informations électriques, des réseaux de distribution fortement flexible, des réseaux fiables et des systèmes durables. Les structures optimales d'un SG doivent être développées pour des principaux concepts en tenant compte de:

- Intégration des sources d'énergie renouvelables,
- Application des technologies novatrices, par exemple dispositifs de stockage d'énergie, électronique de puissance, les véhicules électriques (VE)...etc.,
- Utilisation des technologies de la communication pour améliorer l'observabilité et la contrôlabilité des réseaux,
- Développement de l'application intelligente pour les systèmes de protection avec des concepts d'automatisation
- Haute sécurité de production d'énergie et des différentes informations liées au SG,
- Conception de nouvelles structures du réseau, par exemple "micro smart grids", réseaux DC, les réseaux de transmission avec stockage.

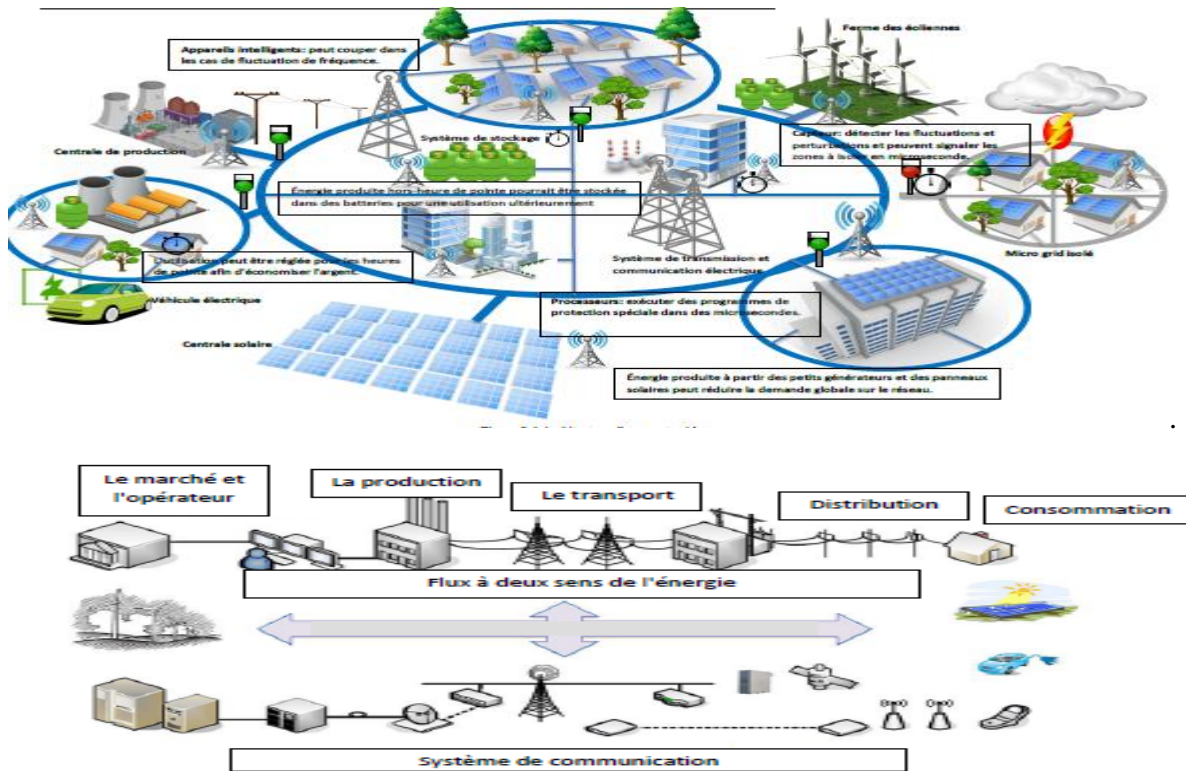


Figure 2-3 Infrastructure d'un réseau électrique intelligent.

Figure III.7-: infrastructure d'un réseau électrique intelligent

La transition vers un smart grids nécessite l'ajout de nouvelles fonctionnalités et capacités pour le réseau électrique existant. La production décentralisée est une caractéristique commune dans les SG. En outre, la nature de ces générateurs de productions est variée, car ils peuvent être renouvelable, tel que les éoliennes, les panneaux photovoltaïques, les piles à combustible destiné à la cogénération, les micros turbines ou les génératrices de diesel. Les dispositifs qui sont capables de stocker l'énergie, telles que les batteries électriques peuvent aider le système de couvrir la nature intermittente causée par le comportement des sources renouvelables, par suite, la facilité de l'intégration de ces ressources. La prochaine génération du réseau électrique facilitera également l'électrification des systèmes de transport.

- Le SG se compose de différentes entités pouvant interagir l'une avec l'autre de manière bidirectionnelle, permettant à l'opérateur et les responsables commerciales de servir, de demander de l'énergie électrique ou de résoudre les problèmes techniques qui pourraient survenir, donnant ainsi les moyens au consommateur pour participer au réseau. Ces propriétés intelligentes de SG peuvent répondre aux changements dans les prix de l'énergie, en permettant aux opérateurs du réseau de minimiser le coût de l'énergie dont ils ont besoin pour acheter ou de maximiser les profits de l'énergie qu'ils peuvent vendre.
- Sens de quelques terminologies utilisées dans le domaine du SG:
- AMI: advanced metering infrastructure.
- VPP: Virtual Power Plants.
- WAMS: Wide Area Measurement System.
- T&D: transmission and distribution.
- SGMD: Smart Grid Maturity Model.
- QoS: Quality of service.
- IHD: in-home displays.
- ICT: information and communication technology.
- RES: renewable energy system.
- DSM: demande system management.

III.11- La fonction de distribution d'énergie dans un SG :

Les fonctions intelligentes du réseau de transport sont envisagées, résumées et discutées dans par les points suivants: la digitalisation, la flexibilité, l'intelligence, la résilience, la durabilité et la personnalisation.

Le réseau de transport intelligent vise à promouvoir l'innovation de la technologie pour atteindre une prestation peu coûteuse, fiable, flexible et durable. Il permet également une partie des fonctionnalités clés telles que:

- Une flexibilité accrue dans le contrôle, l'exploitation et l'expansion.
- Développement de l'intelligence embarquée.
- Durabilité des réseaux.
- Améliorer les prestations de la clientèle et la qualité du service.

III.12- La technologie d'information et de communication dans un SG :

Trois niveaux de systèmes s'interpénètrent Le réseau électrique intelligent constitue un écosystème complexe que l'on peut décrire sous forme d'une combinaison de systèmes afin de saisir les éléments les plus structurants de cette « nouvelle économie de l'électricité » ou « nouvelle économie de l'énergie » au sens large. L'écosystème des réseaux électriques intelligents modifie le système actuel des réseaux qui repose sur une gestion unidirectionnelle (de l'amont vers l'aval) en introduisant une gestion systématique intégrée à plusieurs niveaux et bidirectionnelle (de la production:

- les systèmes de production d'énergies conventionnelles et renouvelables, qui regroupent l'ensemble des capacités de production du vecteur électrique,
- le système local qui correspond à une activation de l'intelligence énergétique dans l'industrie et les bâtiments résidentiel 13, tertiaire ou collectif 14 et à l'intégration des énergies renouvelables, des systèmes de stockage et des véhicules électriques,
- le système transversal qui est constitué des réseaux de distribution et de transport actifs, pilotés et ajustés en temps réel entre l'offre d'énergies (conventionnelles et renouvelables) et la demande du système local.

Le réseau électrique intelligent ainsi constitué répond aux priorités de la nouvelle économie de l'électricité, que l'on peut synthétiser en trois grandes valeurs d'usage :

- l'intégration des énergies renouvelables, intermittentes et des nouveaux usages électriques,
- la flexibilité de la production et de la consommation pour la réduction de la pointe électrique,

• la gestion de flux d'information et d'énergie bidirectionnels 15 entre les trois niveaux de systèmes. Ces trois systèmes sont représentés dans le schéma ci-dessous 16 élaboré par le Groupe de Travail du Comité d'Orientation Stratégique des Eco-Industries (COSEI) 17, dédié aux Systèmes Electriques Intelligents et Stockage d'énergie :

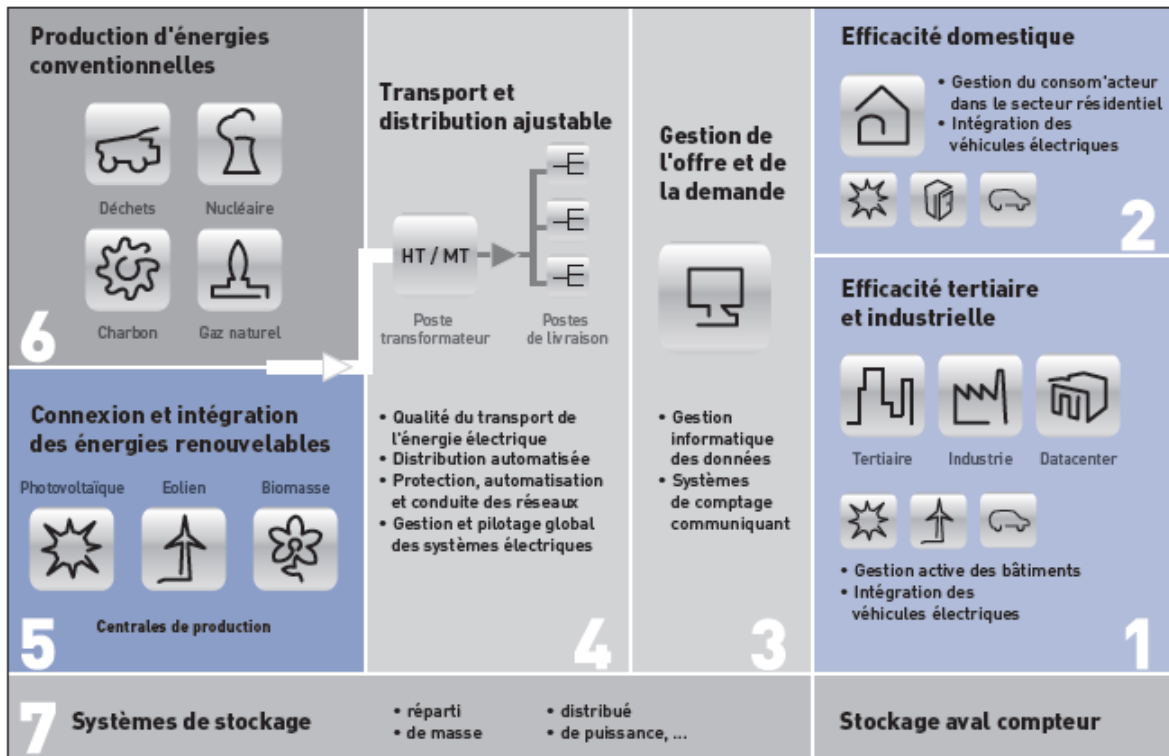


Figure III.8-Systèmes Electriques Intelligents et Stockage de l'EnergieSource : COSEI - novembre 2010

III.13-Systèmes de comptage communicant :

Les compteurs communicants sont une des composantes du déploiement des réseaux électriques intelligents. Ils sont une première étape vers le déploiement de futurs systèmes de comptage intelligent. Les nouveaux produits proposés sont de plus en plus complexes ; ils gèrent les fonctions classiques de mesure de l'énergie consommée et de tarification variable (minima le tarif Heures Pleines / Heures Creuses, mais à terme des tarifications beaucoup plus flexibles et dynamiques).

Ces compteurs sont capables de mesurer l'énergie produite (mesure de flux bidirectionnels), de gérer la puissance qui transite et de piloter la courbe de charge. Ils disposent enfin de capacités de communication bidirectionnelle qui permettent de faire de la relève à distance et qui les rendent pilotables à distance.

Pour être effectivement utiles, les données de comptage devront être intégrées dans les centres de pilotage du réseau et traitées par les outils informatiques appropriés. Cela permettra la modélisation fine du pilotage de la charge ainsi que l'anticipation de la production d'énergie et du stockage décentralisés.

III.14-Comptage, mesure et équipement de contrôle :

1- Compteurs intelligents :

Les entreprises du Gimélec développent des offres de compteurs communicants et des systèmes répondant aux besoins de tous les acteurs amenés à intervenir sur les réseaux intelligents :

- Les opérateurs de réseau

Ils pourront intégrer les informations de comptage intelligent en temps réel à leur centre de contrôle pour permettre une modélisation plus fine du réseau et de la demande, en lien avec les différents usages.

- Les fournisseurs / agrégateurs Ils permettront un accès plus fréquent aux profils de consommation de leurs clients pour élaborer des offres de tarif et de service multiples.

- Les consommateurs / consom'acteurs Ils pourront directement accéder à des informations concernant leur consommation. Ils pourront, s'ils le souhaitent, connecter leur compteur avec le système de gestion énergétique et permettre un affichage déporté en temps réel des informations.

Les données de comptage répondent à des besoins variés de la part des tiers autorisés:

- les GRD doivent accéder aux données de comptage pour leurs activités d'exploitation, de prévision et d'expansion des réseaux ainsi que pour le contrôle de leur qualité de service client. Ils doivent également être notifiés des changements de fournisseurs ;

- les fournisseurs doivent accéder aux données de comptage pour assurer leur activité de facturation, de prévision et d'achat d'énergie ;

- les régulateurs pour leurs tâches de contrôle et leurs statistiques ;

- les consommateurs et opérateurs décentralisés pour accéder aux informations relatives à leur consommation et production dans le cas où ils sont équipés d'une unité de production diffuse.

2-Equipements de stockage :

Les équipements de stockage proposés par les entreprises du Gimélec sont principalement basés sur l'électrochimie Li-Ion. Cette technologie s'est dans un premier temps développée pour répondre aux deux extrêmes du spectre des attentes ; d'un côté, le

stockage destiné à la grande consommation de faible capacité, faible coût et durée de vie réduite, essentiellement pour téléphonie mobile et petits équipements similaires et, de l'autre côté, le stockage très performant à cyclage fréquent, longue durée de vie et très faible série pour satellites civils et militaires. Cette technologie peut dorénavant être utilisée pour les applications de stockage au sein d'un réseau électrique.

Intégrés au réseau, des dispositifs de stockage décentralisés peuvent répondre aux besoins d'injection et de soutirage rapide et ainsi participer aux fonctions de service système au niveau national. Dans le cadre d'une gestion plus fine des équilibres locaux, ils peuvent aussi apporter la flexibilité nécessaire au réseau de distribution. Couplés aux installations de production d'électricité renouvelable d'une certaine dimension, ces dispositifs décentralisés permettent d'améliorer la qualité et donc la valeur d'usage de l'électricité produite, notamment en minimisant l'écart entre le profil de l'énergie réellement produite et le profil d'une prévision communiquée préalablement au gestionnaire, en lissant la production pour en gommer l'intermittence (sur période comprise entre quelques secondes et quelques heures) et en déplaçant (de quelques heures) l'injection de la période de production vers la période de pointe de consommation. Les adhérents identifient, dans ce contexte, sept grandes actions prioritaires :

- Promouvoir les bénéfices de l'emploi de standards (propositions de valeur clairement identifiées et promues dans les communications institutionnelles).
- Accélérer les processus IEC relatifs au *Smart Grids*, s'adapter pour répondre aux challenges, accompagner la maturité croissante du domaine et mieux traiter la nécessité d'une cohérence transverse entre les multiples Comités Techniques. L'action porte sur l'expression des exigences (*Use cases*) et la réalisation des standards (modèles de données et de communication).
- Accroître la prise en compte de la sécurité et de la confidentialité des données et du système.
- Réduire les risques de divergence liés à la prolifération des activités mondiales de standardisation.
- Equilibrer les efforts américains (NIST) vers une dimension plus internationale : Les standards issus du NIST répondent aux besoins des Etats-Unis et ne répondent pas dans certains cas aux besoins européens et français.
- Continuer à harmoniser les standards relatifs à la mesure d'énergie : l'existence de différents modèles de données (COSEM, CIM, 61850) est source de confusion et freine le développement.

- Mieux comprendre et coopérer avec les nouveaux acteurs majeurs des *Smart Grids* (notamment les sociétés spécialisées dans les technologies de l'information).

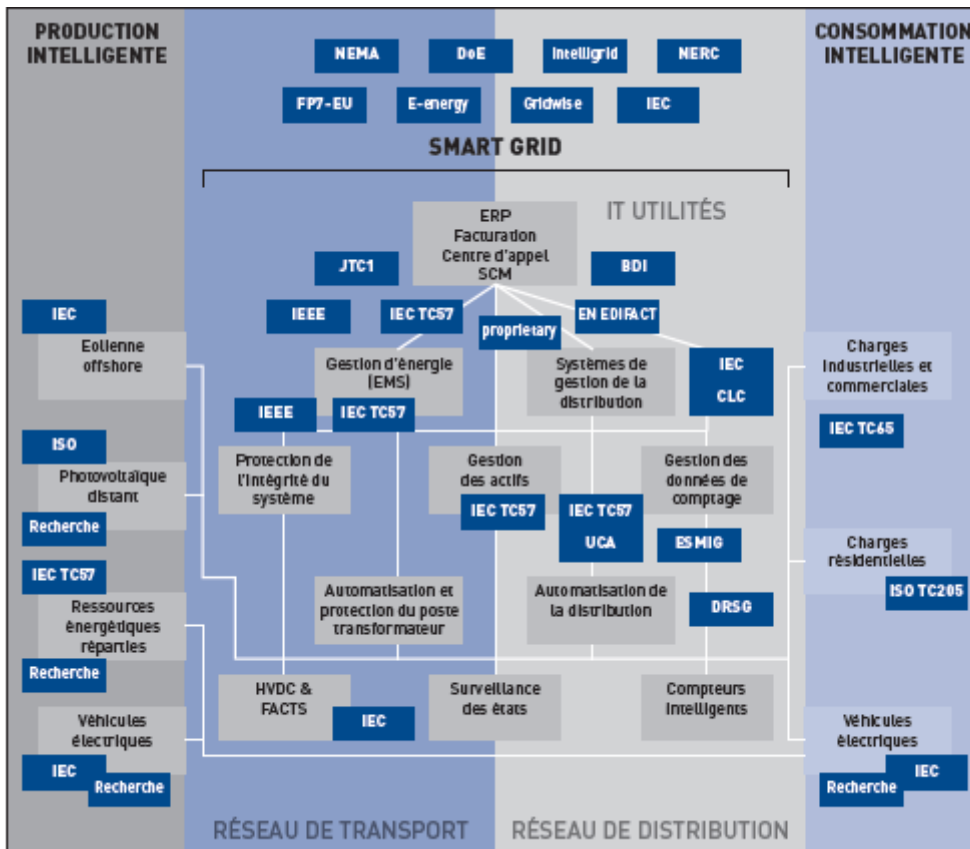


Figure III.9- : notamment les sociétés spécialisées dans les technologies de l'information

L'un des éléments principaux du dispositif des smart grids est le compteur intelligent.

Il doit permettre de collecter et transmettre les données relatives à la consommation d'électricité du consommateur, mais également de recevoir des ordres à distance de la part du gestionnaire de réseau et, dans certains cas, de la production décentralisée d'électricité par le consommateur.

Un compteur communique avec les services de contrôle et de commande et les appareils intelligents installés dans le foyer comme les postes de télévision, les machines à laver, les systèmes de chauffage, etc. (Figure 2.1 0).

III.15-Maison intelligente et smart grids :

Les smart-grids consistent à communiquer tout au long du réseau, jusqu'à l'intérieur des bâtiments. Le but est de réduire la consommation globale, mais aussi de l'adapter à la production.

On commence donc à parler de « maisons intelligentes », qui pourraient gérer leur consommation d'énergie elles-mêmes.

L'idée d'une maison intelligente est notamment de réduire les pics de consommation : La maison pourra directement gérer l'utilisation du chauffage, des appareils électroménagers, etc.

Afin de réduire la consommation à toute heure, et spécialement aux heures de pointe. Du point de vue des énergies renouvelables, cela peut aussi permettre d'utiliser les appareils quand l'énergie est disponible (la maison devra donc être connectée au réseau pour suivre la production d'énergie en temps réel).

La maison intelligente va même plus loin en s'intégrant directement au réseau : les voitures électriques, une fois branchées sur leur prise, ne resteraient pas inertes.

En plus de la gestion de la consommation, les maisons intelligentes peuvent aussi gérer leur propre production d'énergie. Cette production peut venir d'énergie renouvelables (solaire, éolien) mais aussi de la cogénération : il s'agit de produire avec le même appareil du chauffage et de l'électricité. La décentralisation de la production d'énergie sera gérable à grande échelle grâce aux compteurs communicants.

La maison intelligente s'appuiera donc sur un réseau domestique intelligent, reliant ensemble toutes les fonctions (chauffage, appareils électriques, éclairage, systèmes de sécurité, production d'énergie, voitures électriques, ...). Ce réseau devra être géré par un ordinateur, que l'on pourra paramétrer soi-même (température et heure d'allumage du chauffage, ouverture des volets, ...). Elle peut aussi posséder différents procédés ou gadgets connectés permettant de réduire la consommation d'énergie.

III.16- Le rôle des compteurs intelligents :

Les compteurs intelligents permettent, entre autres, de gérer les réseaux électriques décentralisés avec des sources d'énergie diversifiées. La distribution et le contrôle de cette énergie doivent être gérés par un mécanisme intelligent [8].

Également, dans un réseau intelligent, étant donné qu'un simple client peut passer d'un statut de consommateur à celui de fournisseur d'énergie, le réseau doit donc permettre de gérer cette nouvelle situation.

Dans ce contexte, nous visons à considérer plusieurs aspects, notamment :

- La mise sur pied d'un système de communication sans fil entre les compteurs pour leur permettre de communiquer entre eux et avec les appareils installés dans le foyer. Plusieurs types de technologies peuvent être utilisés à ce niveau (Zig Bee, par exemple) [10]. Ces compteurs doivent également permettre de communiquer avec des réseaux externes. Ainsi, un centre de contrôle peut prendre les prélèvements de consommation sur un compteur à distance. Le client peut aussi consulter en temps réel sa consommation d'énergie.
- La réalisation d'un protocole de communication au niveau de ces compteurs pour gérer les cas d'urgence (par exemple, une chute de tension dans le réseau) [11]. Ce protocole gère le comportement des appareils électroménagers installés dans un foyer afin d'éviter les perturbations des charges.

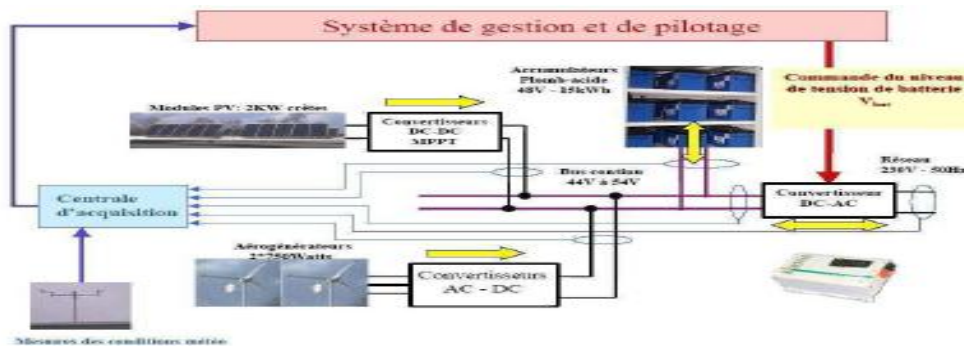


Figure I-10:- Synoptique d'installation d'un système de production hybride éolien – PV connecté au réseau.

III.17- Les dix fonctions intégrées des réseaux électriques intelligents :

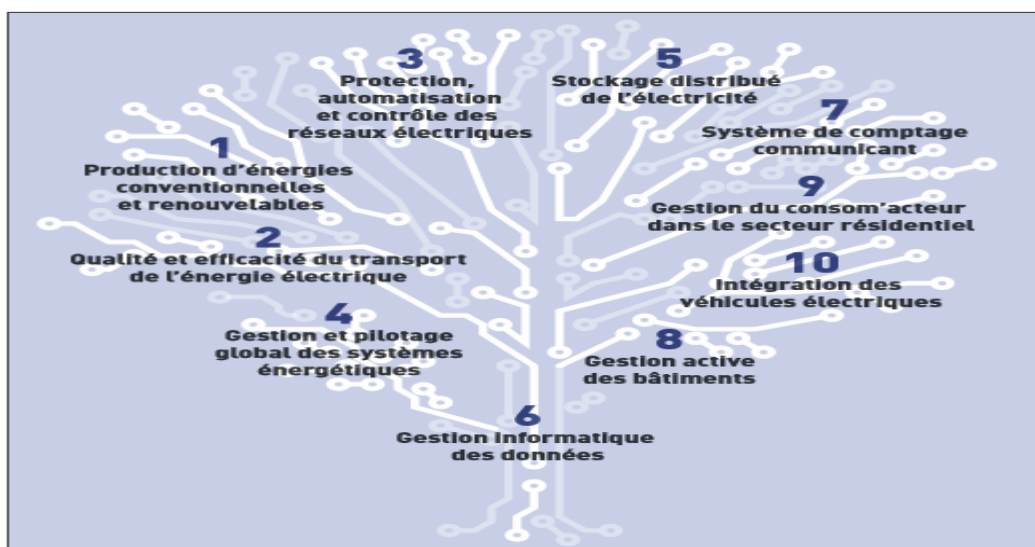


Figure III.11- Les dix fonctions intégrées des réseaux électriques intelligents :

L'arborescence évoquée par les dix fonctions essentielles montre combien leur intégration respective dans les différents niveaux de systèmes locaux et transversaux de production se fera par les technologies de l'information dans leurs différentes composantes.

1. Production d'énergies conventionnelles et renouvelables :

En amont des Systèmes Energétiques Intelligents, se situent les centrales de production, historiquement basées sur des moyens de production centralisés conventionnels – charbon, gaz nucléaire et hydro-électrique - et évoluant progressivement vers des moyens de production renouvelables décentralisés : éolien, solaire thermique et photovoltaïque, géothermie, énergies marines et piles à combustibles.

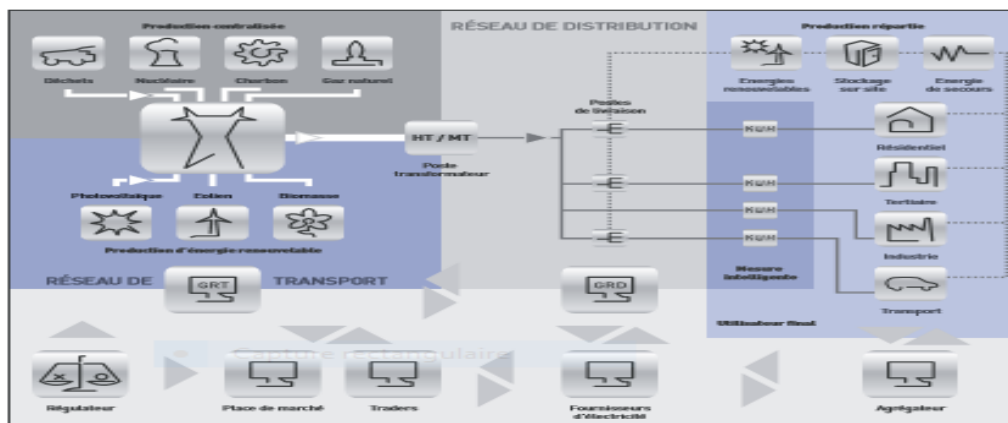


Figure III.11. Production d'énergies conventionnelles et renouvelables.

Figure III.1 notamment les sociétés spécialisées dans les technologies de l'information

La transition de ces moyens de production intégrant une part croissante de ressources renouvelables pose en particulier des difficultés vis-à-vis de :

- l'intégration de ces ressources fortement distribuées – alors qu'historiquement l'équilibrage temps réel offre/demande était réalisé au travers de quelques centaines de points de production dans le réseau nécessitant une interaction et un réglage temps réel. La diffusion de ces ressources nécessite des interactions au niveau de dizaines de milliers de points de contrôle et d'équilibrage diffus dans les réseaux de distribution
- l'intermittence de l'énergie produite : certaines énergies renouvelables directement corrélées aux phénomènes météorologiques, typiquement l'éolien et le solaire, induisent une fluctuation temps réel de la capacité de production de ces ressources.

c) 2- Qualité et efficacité du transport de l'énergie électrique :

Au même titre que les moyens de production intermittents perturbent l'équilibrage offre-demande, ces moyens impactent aussi la qualité de l'onde électrique impliquant en particulier de nouvelles contraintes de stabilité en cas de défaut dans le réseau du fait de leur très faible inertie.

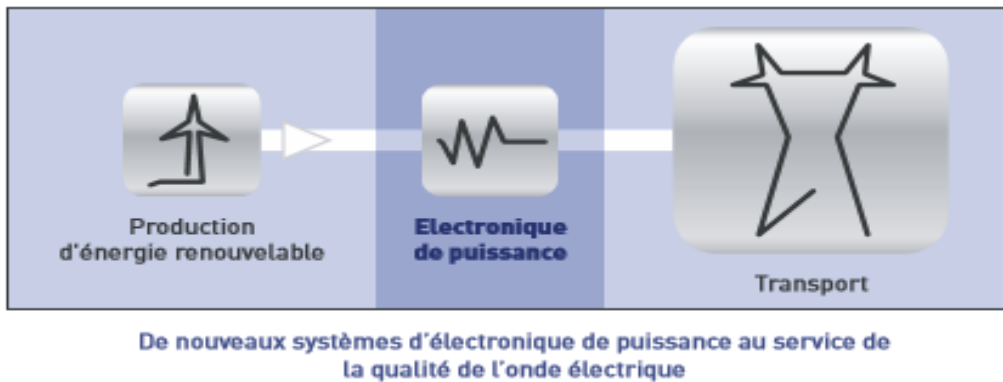


Figure. III.12-nouveaux systèmes d'électronique de puissance connectés dans le réseau.

Ceci nécessite d'une part la mise en œuvre de nouveaux systèmes d'électronique de puissance connectés dans le réseau pour compenser les défauts induits au niveau de la qualité de l'onde électrique en cas de défaut et d'optimiser les capacités des infrastructures de transport et de distribution selon la disponibilité temps réelle de l'énergie renouvelable.

De plus, ces contraintes impliquent la mise en œuvre de nouvelles technologies de conversion de puissance au niveau des installations – convertisseurs éoliens et onduleurs solaires – devant échanger des informations en temps réel avec les opérateurs de réseau pour être télé réglées selon les conditions de fonctionnement d'ensemble du réseau.

3- Protection, automatisation et contrôle des réseaux électriques :

Les réseaux électriques permettent un aiguillage des flux électriques entre la production en amont et la consommation en aval. Leur grande diffusion et leurs caractéristiques critiques de disponibilité nécessitent la mise en œuvre d'équipements de protection extrêmement rapides permettant d'une part d'isoler les sections de réseau en défaut et d'autre part de piloter à distance la reconfiguration de certaines branches de réseau selon les

incidents encourus ou les campagnes de mise en retrait de certains équipements.

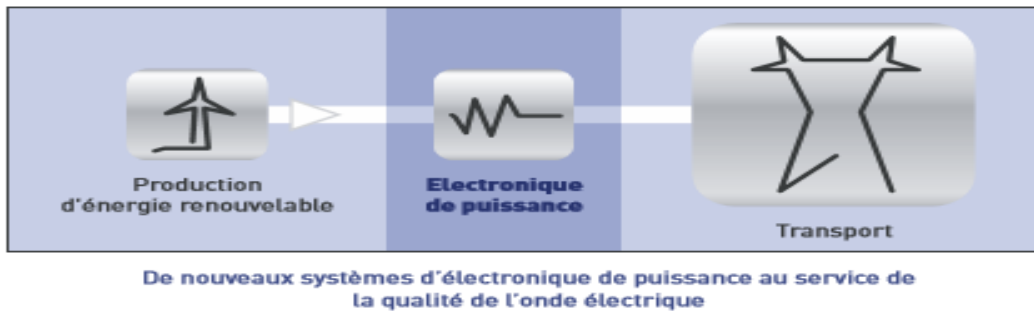


Figure .III.13-- Protection, automatisation et contrôle des réseaux électriques.

Ceci nécessite la mise en œuvre d'équipements de protection, de contrôle et d'automatisme dans chacun des postes électriques des réseaux de transport et de distribution. Alors que ces technologies ont progressivement migré vers les technologies numériques dans les postes de transport critiques des réseaux, une part importante d'automatisation reste à réaliser au niveau des réseaux de distribution pour permettre une interaction bidirectionnelle avec les nouveaux consommateurs énergétiques incorporant de plus en plus de points de micro production. Ceci requiert le déploiement de technologies ouvertes vers les technologies de contrôle commande employées au niveau des ressources de production et de consommation.

5- Stockage distribué de l'électricité :

Le fort caractère intermittent des moyens de production renouvelable nécessite la mise en œuvre de nouvelles ressources permettant un équilibrage de cette intermittence au niveau des systèmes énergétiques. Le stockage électrique – quoique complexe à réaliser – répond Par ailleurs d'autres moyens de stockage sont en phase d'émergence à partir d'air comprimé ou de stockage thermique dans les centrales de production et de volants à inertie pour des usages particuliers.



Figure .III.14-Stockage distribué de l'électricité.

6. Gestion et informatique des données :

L'intégration des consommateurs dans le réseau nécessite une modélisation plus fine de leur usage en particulier de la flexibilité énergétique potentiellement dérivée des nouveaux usages du « consommateur ». Ceci requiert d'intégrer plus étroitement les systèmes d'information requis pour la gestion de ces nouveaux profils de clients avec les centres de contrôle « agrégateurs » intégrant ces nouveaux usages.

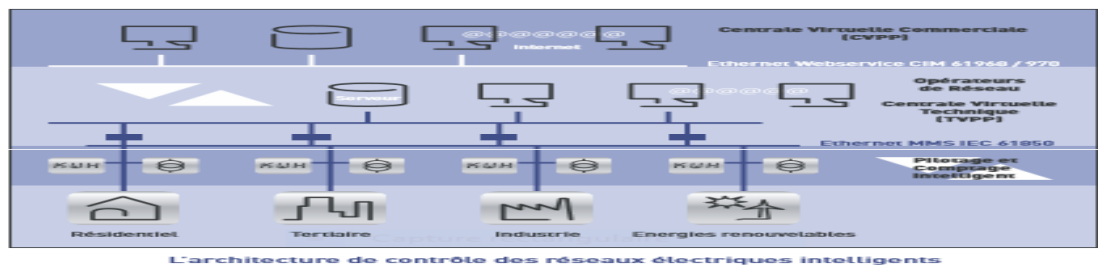


Figure III.15-Gestion et informatique des données.

Cette plus grande intégration a pour conséquence de rapprocher les mondes des intégrateurs IT avec les spécialistes et industriels de l'efficacité énergétique pour être capable d'offrir de nouvelles solutions clés en main intégrant systèmes d'information et solutions de gestion active selon des échanges d'information standardisés.

7. Systèmes de comptage communicant :

Les compteurs communicants sont une des composantes du déploiement des réseaux d'électricité intelligents dont ils constituent l'ossature. Ils sont une première étape vers le déploiement de futurs systèmes de comptage intelligent. Les nouveaux produits proposés sont de plus en plus complexes ; ils gèrent les fonctions classiques de mesure de l'énergie consommée et de tarification variable (a minima le tarif Heures Pleines / Heures Creuses, mais à terme des tarifications beaucoup plus flexibles et dynamiques).

Ces compteurs sont capables de mesurer l'énergie produite (mesure de flux bidirectionnels), de gérer la puissance qui transite et de piloter la courbe de charge. Ils disposent enfin de capacités de communication bidirectionnelle qui les rendent pilotables à distance. Ils donnent donc, enfin, la possibilité au consommateur d'avoir facilement une meilleure appréhension de ses consommations [7].

8. Gestion active des bâtiments :

Pour les entreprises et les administrations publiques, la gestion active est le moyen le plus rapide, le plus économique et le plus efficace de réduire leur facture énergétique et leurs émissions de CO2 tout en accompagnant la croissance de la demande et de la production industrielle. La gestion active couvre l'ensemble du cycle énergétique d'un bâtiment, neuf ou déjà construit, industriel ou commercial.

À partir d'audits –donc de mesures vérifiables –, il s'agit d'installer des équipements à basse consommation, d'introduire des outils de mesure et de contrôle en temps réel, et d'optimiser en permanence l'ensemble des utilisations finales grâce à l'intelligence énergétique « ajoutée ».

Eclairage, chauffage et air conditionné, équipement informatique et serveurs, moteurs des procédés industriels, variation de vitesse... dans le cadre d'une gestion globale d'un bâtiment, le potentiel

D'économies d'énergies peut être similaire à l'isolation extérieure 10, faisant de la gestion active des bâtiments un complément indissociable aux solutions passives pour atteindre et dépasser les objectifs du Grenelle 11.

En connectant des bâtiments devenus actifs aux réseaux électriques intelligents par le biais de réseaux locaux (micro grids) au sein d'éco quartiers, les gestionnaires et propriétaires immobiliers profiteront des nouvelles opportunités offertes pour optimiser leur budget d'investissement et de fonctionnement.



Figure.III.16- Gestion active des bâtiments.

9. Gestion du consomm'acteur dans le secteur résidentiel :

Les consommateurs qui souhaitent réduire leur facture d'électricité et jouer un rôle plus actif dans le débat énergétique – contribuer à lutter contre le changement climatique,

participer à la réduction de la consommation d'énergie – en ont désormais les moyens : c'est donc la mutation de l'utilisateur en « consomm'acteur ».

Aujourd'hui, le consomm'acteur peut d'ores et déjà intervenir sur son éclairage, son chauffage, son équipement informatique, technologique et électroménager, et il peut même contribuer à l'effacement de la pointe grâce aux offres déjà disponibles de délestage, tout en étant acteur de sa modification graduelle de comportement.

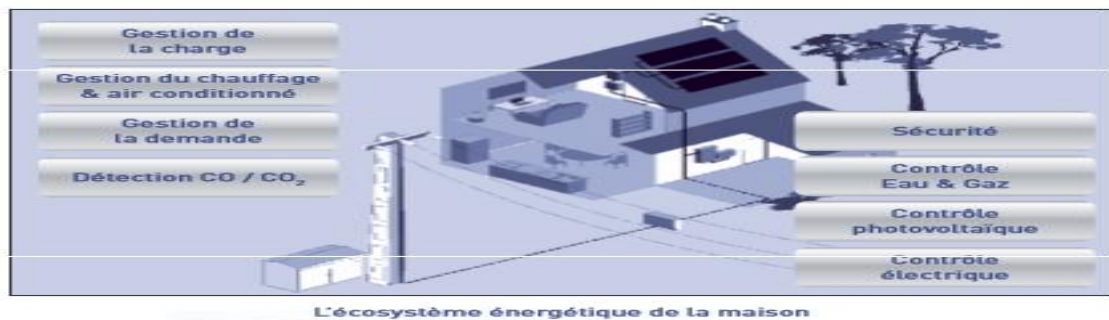


Figure III.17-Gestion du consomm'acteur dans le secteur résidentiel.

10. Intégration des véhicules électriques :

L'avènement programmé du véhicule électrique impactera fortement à la fois l'infrastructure urbaine et les réseaux électriques. En effet, l'un des facteurs-clés du succès du véhicule électrique étant la disponibilité de structures de charge sûres et faciles d'utilisation, il va falloir multiplier les points de charge électrique : dans les maisons individuelles, dans les bâtiments privés (parking d'immeuble résidentiel ou de bureaux), dans les infrastructures publiques (voirie) ou accessibles au public (parking de centre commercial ou station-service).

Cet appel de puissance électrique dédiée à la recharge des véhicules électriques va conduire à une modification du scénario conventionnel de la consommation électrique et implique que des dispositions spécifiques à la charge et à sa tarification soient intégrées dès l'origine pour ne pas perturber l'équilibre des réseaux électriques



Figure III.18-Intégration des véhicules électriques.

III.18- L'INTEGRATION DES ENERGIES ALTERNATIVES :

Recherches et les technologies courantes se basent sur la création de systèmes électriques qui produisent l'électricité tout en visant de lutter contre le réchauffement climatique et la pollution [21].

Dans un réseau électrique intelligent, la création d'énergie ne se limite pas aux seuls producteurs classiques (comme Hydro-Québec). On peut obtenir de l'énergie alternative supplémentaire et renouvelable créée par les utilisateurs qui deviennent producteurs et fournisseurs du réseau [3]. Ils peuvent donc vendre ce qu'ils produisent aux autres clients. L'une des problématiques est de trouver un mécanisme automatique d'échange afin de permettre aux consommateurs de déterminer les bons fournisseurs d'énergie qui existent dans le réseau, ce qui nécessiterait un mécanisme de négociation et de choix parmi les fournisseurs qui présentent les meilleures offres [22].

III.19 - OBJECTIFS :

Un réseau intelligent est essentiel pour résoudre certains des problèmes exposés ci-haut. Par conséquent, nous visons les objectifs suivants:

- La mise sur pied des procédures permettant de maîtriser la consommation d'énergie dans un foyer ou une région. Un service de contrôle peut utiliser ces procédures pour lire en temps réel et à distance la consommation énergétique d'un foyer ainsi que la consommation globale d'énergie par une région (c'est-à-dire un groupe de foyers) en temps réel ou pour une période spécifique.
- La mise en place d'un outil de lecture de la consommation énergétique d'un foyer à partir d'appareils mobiles [18], ou par une consultation Web.

- La mise sur pied de procédures de gestion de la dissipation de puissance énergétique pour pallier les chutes de tension.
- La mise sur pied de procédures de courtage et d'achat/vente de l'énergie produite par les consommateurs.

Conclusion :

Ce chapitre expose une vision sur les réseaux électriques du futur-les smart-grids avec les avantages et leur fonctionnement de smart grids .peut-être rendre les réseaux électriques intelligents et étudies la gestion et distribution électrique dans un foyer et plateformes industrielles la fonction de distribution d'énergie dans un sg.

Etudier La technologie d'information et de communication dans un sg maison intelligente et le comptage, mesure et équipement de contrôle et en faine études les dix fonctions intégrées des réseaux électriques intelligents .