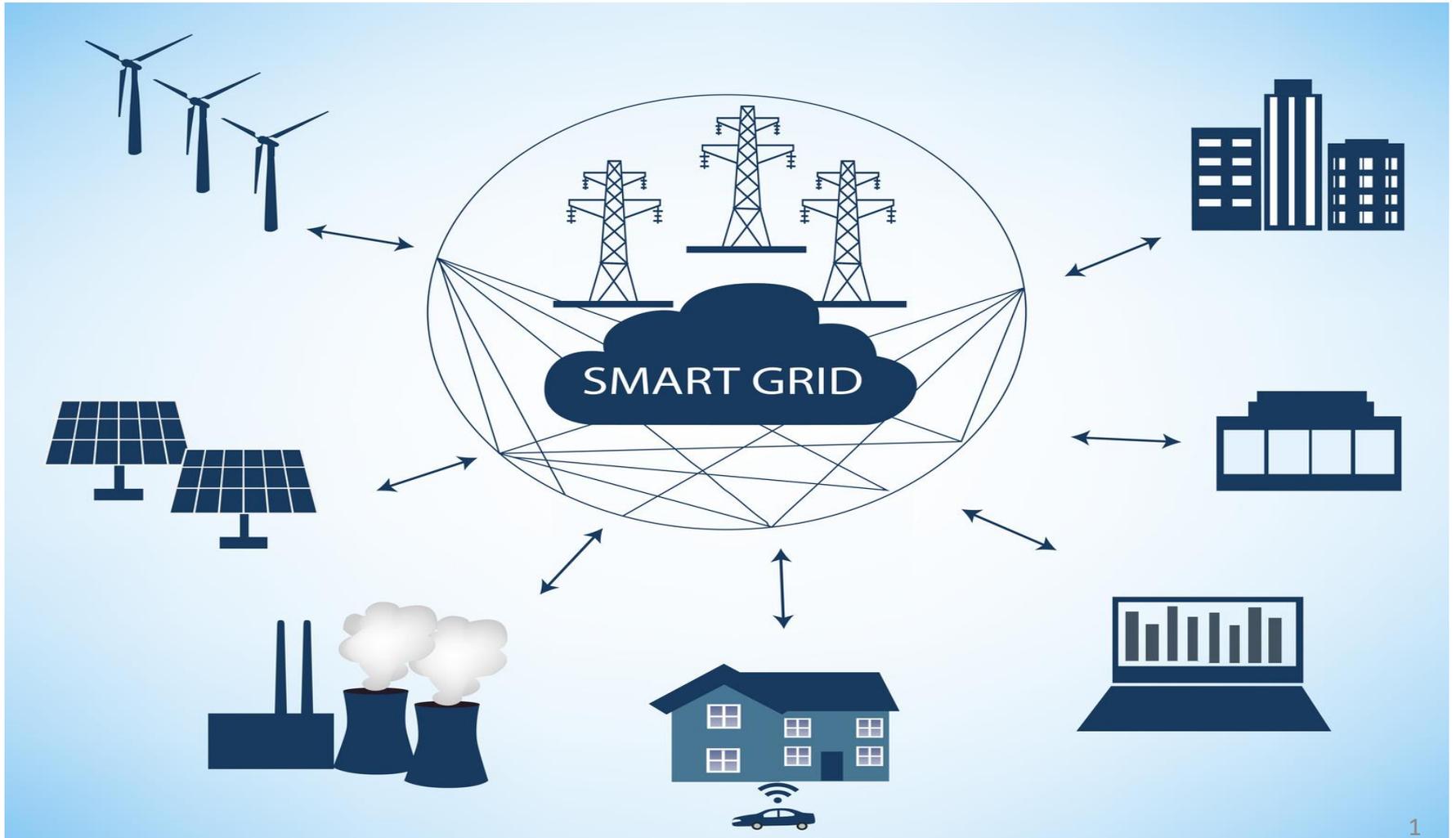


Réseaux Electriques Intelligents

Smart Grids



Partie II:

- Introduction aux réseaux électriques intelligents
- Intérêt des Smart grids (SGs)



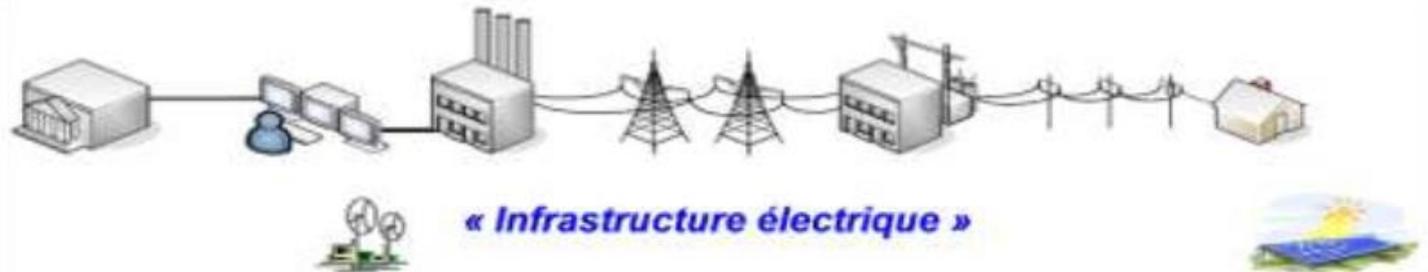
Causes de l'émergence des réseaux intelligents

- Face aux préoccupations environnementales croissantes, l'Union européenne a adopté des objectifs ambitieux d'ici 2030, Il s'agit :
 - Réduction de 40% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990.
 - Au moins 32% d'EnR dans la consommation finale d'énergie de l'UE.
 - Amélioration d'au moins 32,5% de l'efficacité énergétique.
- Ces objectifs politiques modifieront en profondeur l'utilisation de l'énergie et la gestion du système électrique.

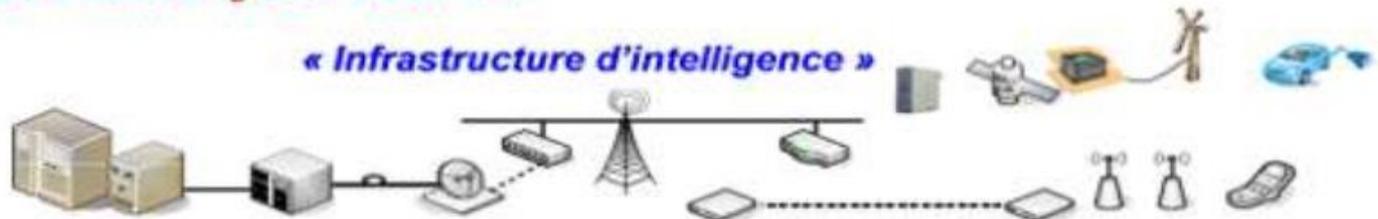
Définition

Pour faire face aux mutations du paysage énergétique, il est nécessaire de moderniser le système électrique. Le contexte français et européen, dans lequel se sont développés les réseaux électriques, conduit à privilégier **le déploiement des technologies de Smart grids** plutôt que **le remplacement et le renforcement massif des réseaux**.

Les SGs associent les technologies de l'information et de la communication (TIC) aux réseaux. Les systèmes communiquant, en parallèle des réseaux de distribution, ainsi que l'intelligence embarquée **doivent permettre un meilleur ajustement entre production et consommation d'électricité et l'intégration des énergies renouvelables**.



... intégration de deux infrastructures



Définition

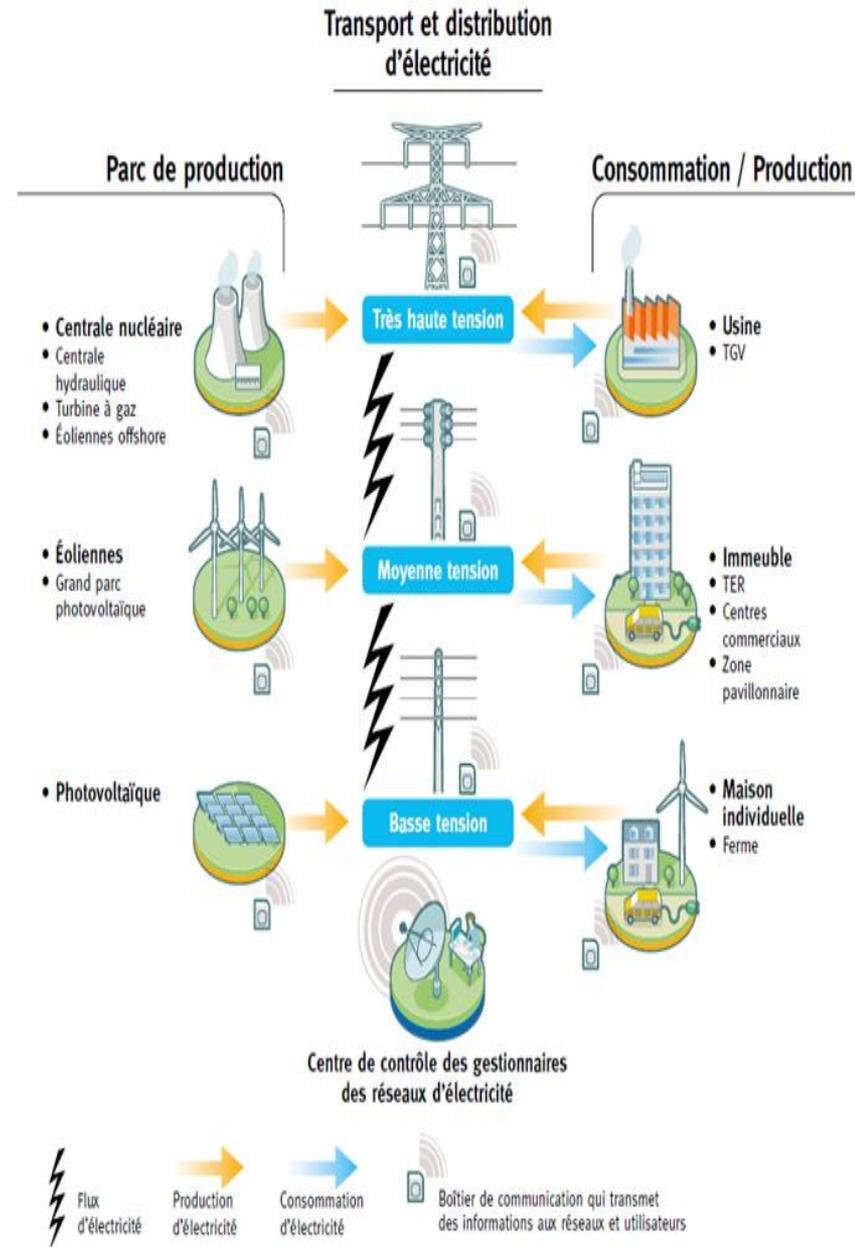
- **Selon La plate-forme technologique Européenne** « Les réseaux intelligents », visent à intégrer de manière efficiente les actions de l'ensemble des utilisateurs (producteurs et consommateurs) afin de garantir un approvisionnement électrique durable, sûr et au moindre coût ».
- **Le département de l'énergie de l'administration américaine** donne une définition plus détaillée du réseau intelligent. Il le définit comme « un réseau auto-cicatrisant, qui permet une participation active des consommateurs, qui est résilient aux attaques malicieuses et aux catastrophes naturelles, intègre toutes les sources de production et de stockage, accommode de nouveaux produits, services et marchés, optimise l'utilisation des infrastructures, fonctionne efficacement et fournit une qualité d'alimentation pour l'économie numérique ».



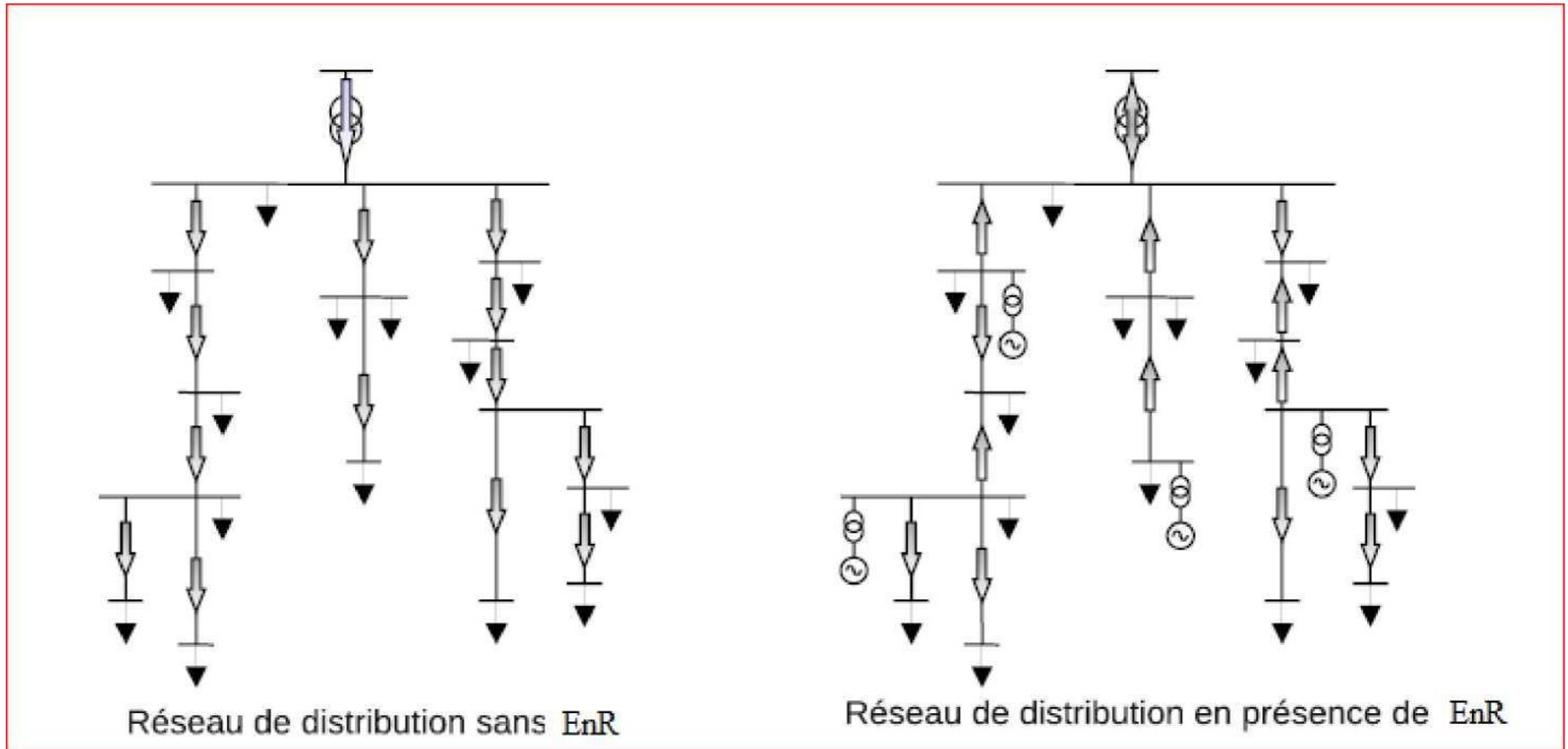
Définition

• Le système électrique sera **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.



Transit de puissance du réseau de distribution avec et sans EnR.



Les concepts et fonctionnalités attendues des SGs

Afin de préciser cette idée un peu vague, de nombreuses feuilles de route ont été réalisées ces dernières années pour inventorier les services que l'on pourrait attendre d'un SG

Parmi lesquelles celle publiée en 2011 par AIE (*l'agence internationale de l'énergie*)

La présente feuille de route comprend 6 exigences:

1. Les consommateurs d'électricité soient mieux informés, au moyen de relevés de consommation électrique plus granulaires dans le temps, et plus facile à interpréter et à relier aux différents usages domestiques de l'électricité. (tarifs incitatifs variables dans le temps).
2. Qu'un « smart grid » soit capable d'accueillir tout type de technologie de production, notamment les nouveaux générateurs dispersés, ainsi que des dispositifs de stockage. Sans créer de congestion (encombrement) ou de déséquilibre entre l'offre et la demande mais elle nécessite aussi de créer les conditions réglementaires et économiques.



Les concepts et fonctionnalités attendues des SGs

3. les échanges économiques entre acteurs du « smart grid » prennent autant que possible la forme de marchés (forme de concurrence).
4. que tous les consommateurs n'ont pas toujours le même besoin en terme de qualité de fourniture
5. Optimisation techno-économique en :
 - Optimisant l'utilisation des actifs par le pilotage du réseau plus près de ses limites.
 - élaborant des méthodes de maintenance dites « prédictives », visant à mieux comprendre les phénomènes de vieillissement des équipements afin de les remplacer idéalement « juste avant la panne », afin de maximiser la durée d'utilisation du matériel tout en minimisant l'occurrence de coupures.

Les concepts et fonctionnalités attendues des SGs

6. Il est ainsi précisé qu'un « smart grid » doit être une infrastructure capable de résister le mieux possible aux diverses perturbations de son environnement.
- Mineure : court-circuit local que le réseau doit être capable d'éliminer sans intervention humaine et en garantissant une reprise de service rapide.
 - Majeure: comme les pannes généralisées contre lesquelles un plan de défense, et de reconstitution du réseau après l'incident, doit être préparé.



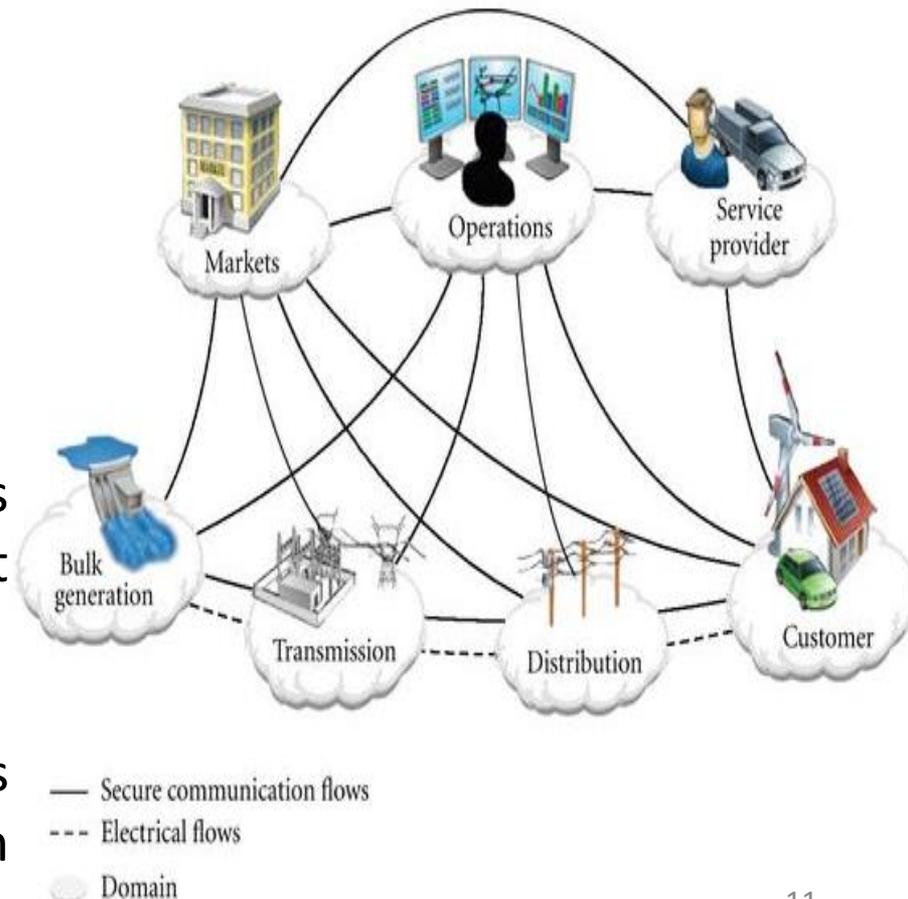
Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC

❖ Modèle de NIST «National Institute of Standards and Technology»

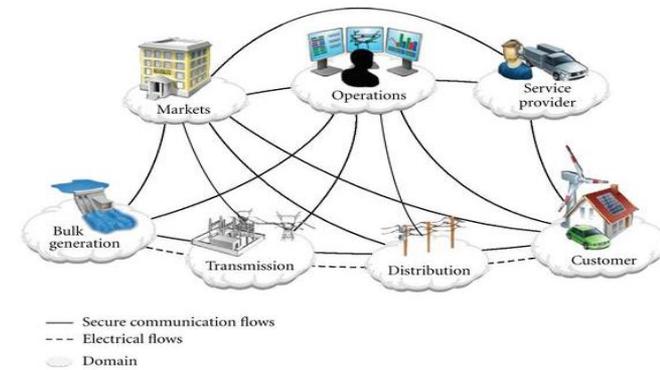
1. Customer Domain (Clientèle)

- Le domaine de la clientèle « Customer Domain » contient les utilisateurs finaux de l'électricité.
- Il peut également générer, stocker et gérer l'utilisation d'énergie.
- Ce domaine se divise en trois sous domaines Résidentiel , Commercial et Industriel.
- Il comporte par exemple:
Compteurs intelligents, appareils domestiques et les sources de production décentralisée (DER)



Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC



❖ Modèle de NIST «National Institute of Standards and Technology»

2. Markets Domain (Marchés)

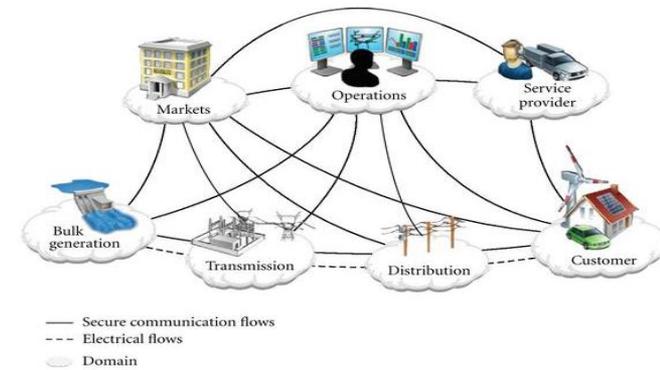
- Ce domaine se compose de détaillants qui fournissent de l'électricité aux utilisateurs, fournisseurs, et commerçants.

3. Service Provider (Le fournisseur de services)

- Fournit l'électricité aux clients et services publics .
- Il gère des services comme la facturation et la gestion des profils des clients pour les entreprises de services publics.
- Il communique avec le domaine d'opérations pour obtenir les informations de consommation, de connaissance de la situation et de contrôle du système.
- Communiquer avec les réseau de communication domestique dans le domaine de la clientèle pour fournir des services intelligents comme la gestion des utilisations d'énergie.

Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC



4. Operation (fonctionnement)

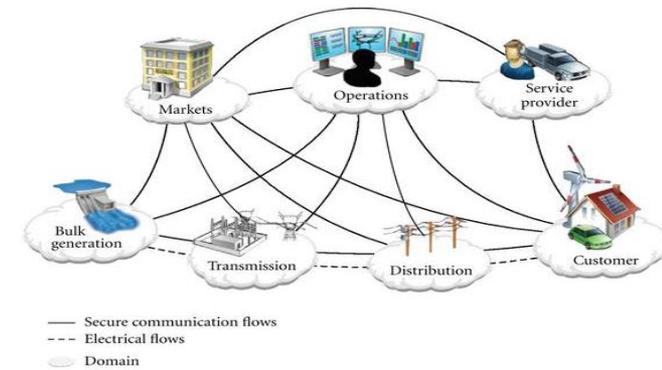
- contient les gestionnaires de la circulation de l'électricité.
- responsable du bon fonctionnement du système d'alimentation
- gère les opérations efficaces et optimales des domaines de transport (EMS) **Energy management system** et de distribution (DMS) **Distribution management system**

5. Bulk generation (production)

- Ce domaine contient les grands producteurs d'énergie (renouvelable et non renouvelable).
- Il peut également stocker l'énergie pour une distribution ultérieure.
- Ce domaine est connecté au domaine du transport.

Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC



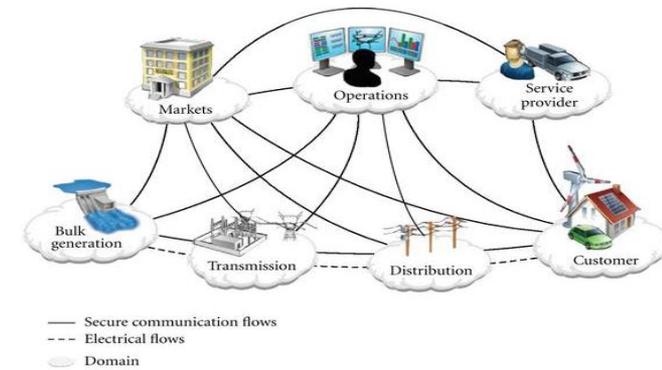
6. Transport

Il contient les transporteurs de grandes quantités d'électricité sur des longues distances (Transport en gros).

- L'électricité produite est transmise au domaine de la distribution par l'intermédiaire de multiples sous stations et lignes de transmission
- Le transport est généralement exploitée et géré par un RTO (Regional Transmission Operator) ou un ISO (Independent System Operator).

Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC



7. Distribution

- Le domaine de la distribution prend la responsabilité de délivrer l'électricité aux consommateurs d'énergie en fonction des demandes des utilisateurs et la disponibilité de l'énergie.
- Il interagit avec de nombreux équipements.
- Afin de garantir la qualité d'électricité, la stabilité de ce domaine est contrôlée.

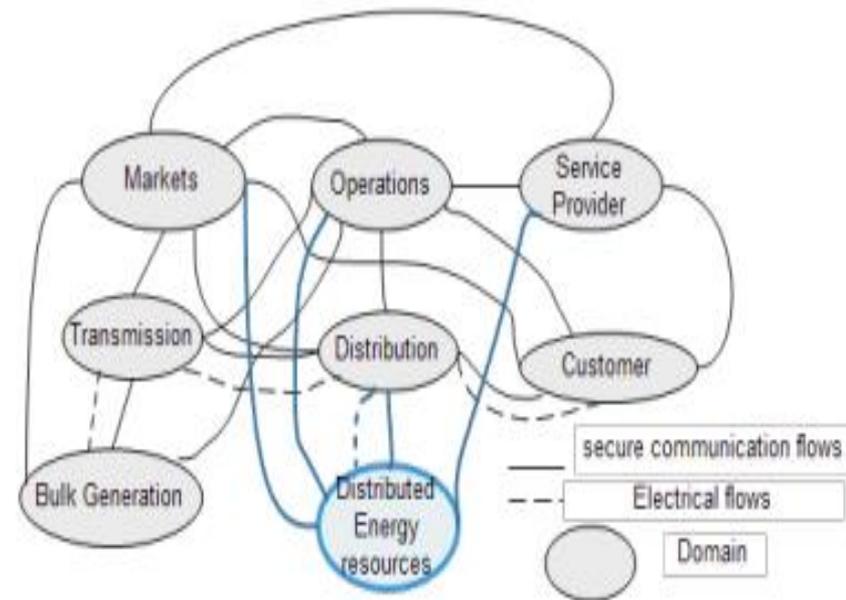
Dans l'architecture de NIST, chaque consommateur peut produire de l'électricité en utilisant les ressources renouvelables. **Le surplus** d'énergie produite est géré par **le consommateur lui-même**, la gestion du surplus d'énergie est décentralisée.

Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC

❖ Modèle de IEEE: « Institute of Electrical and Electronics Engineers »

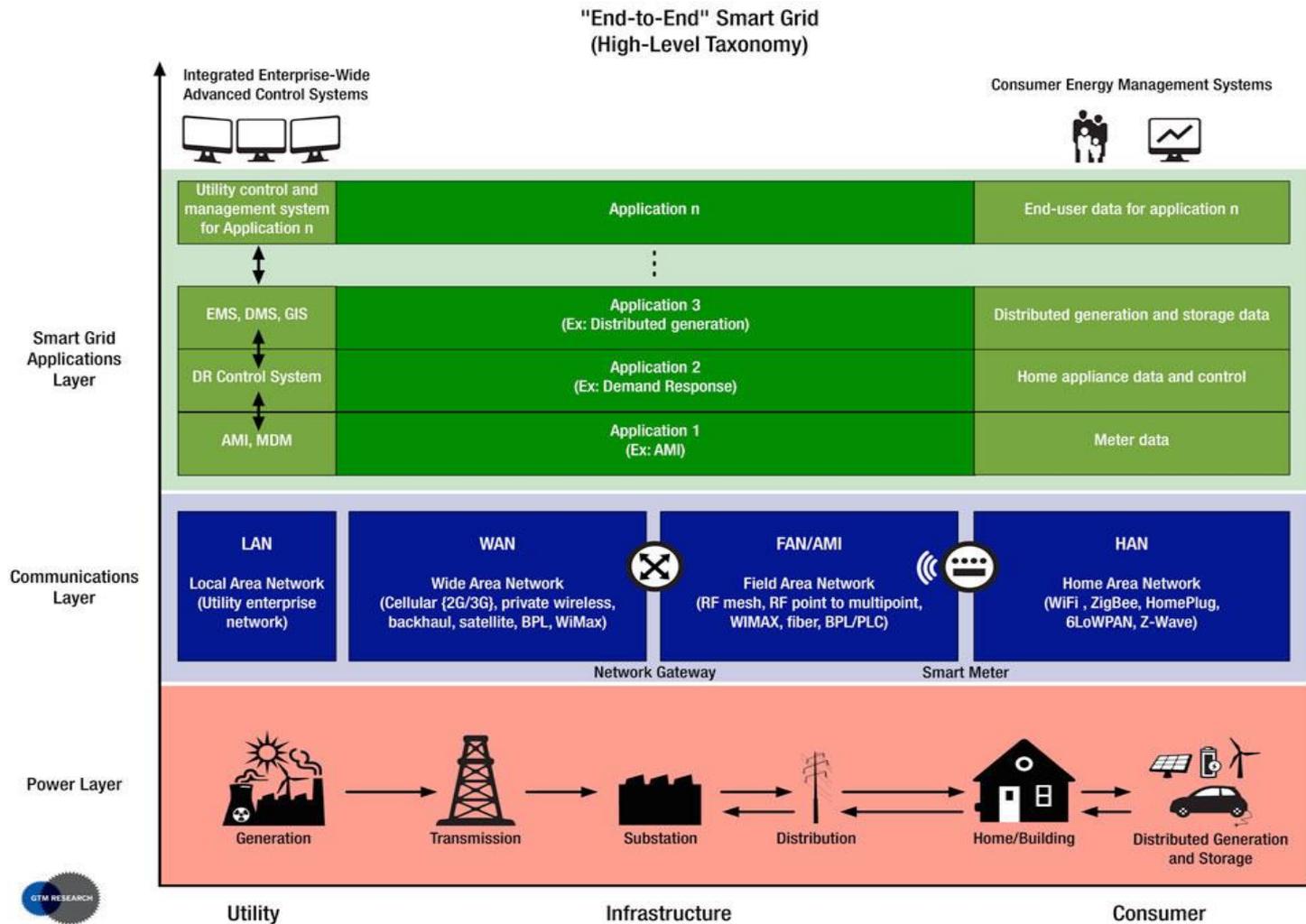
- l'IEEE a proposé une architecture basée sur celle de NIST, mais a défini un nouveau domaine nommé Distributed Energy resources (DER) qui permet de gérer **le surplus** de l'énergie produite, la gestion du surplus d'énergie est **centralisée**



De plus elle définit trois perspectives architecturales intégrées : **la couche énergie, la couche communication et la couche information**

Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC



Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC

- **La couche de systèmes d'énergie (power layer)**

est la chaîne de valeur électrique, sert à acheminer l'électricité par une infrastructure classique d'ouvrages électriques (lignes, transformateurs, etc.) tout au long de la génération jusqu'au consommateur.

- **La couche de communication**

est l'épine dorsale formée par une architecture de communication fondée sur différents supports et technologies de communication (fibre optique, GPRS, etc.) servant à collecter les données issues des capteurs installés sur les réseaux électriques.

Architectures de smart grids

Transformation structurel du système électrique suite à sa dotation de TIC

- **La couche information**

L'IEEE représente le Smart Grid du point de vue des applications informatiques 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 et des flux de données associés à ces applications,

Intérêts des smart grids

❖ Analyse coûts/bénéfices

Des études qui ont été faites en 2011 par EPRI (**Electric Power Research Institute**) ont conclu que les bénéfices d'un réseau intelligent dépassent de loin leurs coûts

Summary of Estimated Cost and Benefits of the Smart Grid

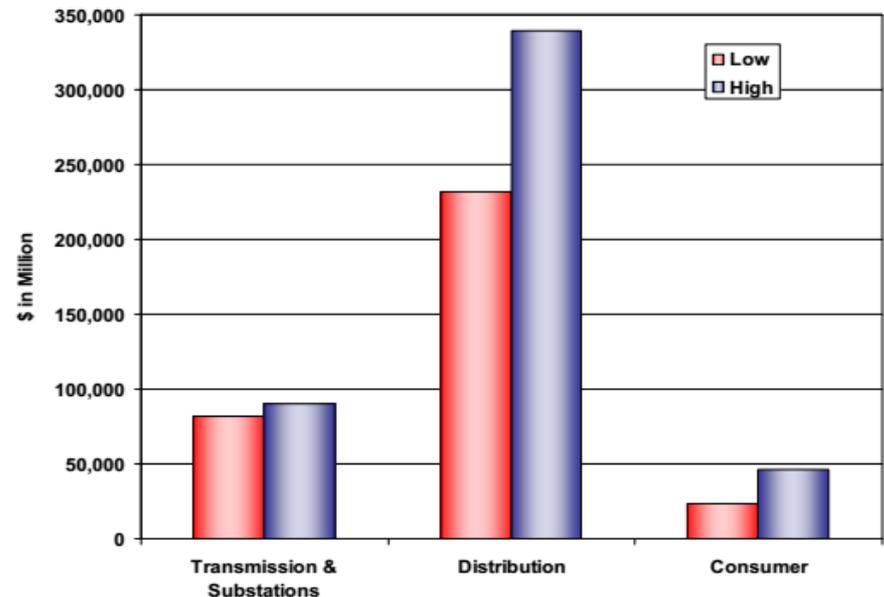
	20-Year Total (\$billion)
Net Investment Required	338 - 476
Net Benefit	1,294 - 2,028
Benefit-to-Cost Ratio	2.8 - 6.0

Example: State of West Virginia Smart Grid Business Case-PV 20-year Costs & Benefits (\$M)		
Smart Grid Technology	Costs	Benefits
AMI	\$399	\$1,649
IT	\$170	\$1,308
DR	\$22	\$1,091
DMS	\$454	\$3,288
DER	\$832	\$5,289
Total	\$1,878	\$12,625

Intérêts des smart grids

- le coût pour les consommateurs (industriel, commercial et résidentiel) n'est que de 7% à 10% du total, et la majorité provient de capteurs du réseau de distribution de la cyber-sécurité et des moyens du stockage.

Class	\$/Customer Total Cost (b)	
	Low	High
	\$/Customer	\$/Customer
Residential	\$1,033	\$1,455
Commercial	\$7,146	\$10,064
Industrial	\$107,845	\$151,877



Participation de chaque type de consommateur

Intérêts des smart grids

Il existe deux raisons pour aller vers un réseau intelligent.

- Au premier: les problèmes rencontrés par l'ancien système et qui sont déjà mentionnés.
- Deuxièmement, les bénéfices du réseau intelligent qui sont substantiels.

Ces bénéfices découlent de l'amélioration des six domaines de valeur clés suivants:

Fiabilité

efficacité

sécurité

protection

économie

Amélioration environnementale

Les bénéfices attendues des smart grids

1- Bénéfices de l'amélioration de la fiabilité

un réseau fiable fournit l'électricité aux consommateurs lorsqu'ils la désirent ou en ont besoin. Elle peut être mesurée par:

- ✓ la réduction de la fréquence et de la durée des interruptions.
- ✓ la réduction du nombre de perturbations dues à une mauvaise qualité de l'énergie (réinitialisation des appareils électroniques, sans éclairage, réfrigération, etc.)
- ✓ Réduction des coûts hors poche résultant de la perte des aliments et produits périssables gâtés, etc.

Les bénéfices attendues des smart grids

1- Bénéfices de l'amélioration de la fiabilité

- ✓ Réduction du coût des pertes subies par les gros consommateurs à cause de pannes ou d'une mauvaise qualité de puissance, ce qui permet en fin de compte de maintenir les prix des biens et des services inférieurs à ce qu'ils seraient autrement.
- ✓ Amélioration des conditions de développement économique, qui dépend d'une source d'énergie électrique fiable et de haute qualité. Un Smart Grid robuste crée un environnement attractif pour les nouveaux investissements par rapport à celui avec un mauvais bilan.
- ✓ Élimination virtuelle des pannes généralisées (blackouts). Le Smart Grid sera beaucoup moins vulnérable à de tels événements.

Les bénéfices attendues des smart grids

2- Bénéfices de l'amélioration de l'économie

- L'amélioration de l'économie est réalisée par:
 - ✓ La baisse de la pression sur les prix de l'énergie et le total des factures des clients.
 - ✓ De nouvelles opportunités de marché pour la génération et le stockage distribués seront créées.
 - ✓ Possibilité de vendre de l'électricité produite par le consommateur au réseau.
 - ✓ La création de nouveaux débouchés et emplois
 - ✓ Un profil de charge plus plat réduira les coûts d'exploitation et d'entretien des centrales à charge de base.
 - ✓ L'augmentation des revenus au fur et à mesure que le vol de l'électricité (pertes non techniques) est réduit, grâce à une meilleure précision de mesure des compteurs intelligents par rapport à ceux traditionnels et à des durées des pannes courtes.
 - ✓ Possibilité de réduire les coûts de transport en utilisant des véhicules électriques en remplacement des véhicules conventionnels.

Les bénéfices attendues des smart grids

3- Bénéfices de l'amélioration de l'efficacité

- ✓ L'efficacité de la production est améliorée grâce à des courbes de charge plus plates (stables) suite aux technologies de réseau intelligent permettent aux consommateurs d'être plus efficaces dans leur consommation.
- ✓ L'opportunité d'élargir le portefeuille d'énergie verte est due à un réseau de transport plus robuste.
- ✓ Moins de pannes forcées dues à un système de transport plus fiable et plus efficace augmentent les facteurs de capacité.

Les bénéfices attendues des smart grids

3- Bénéfices de l'amélioration de l'efficacité

- ✓ le report des investissements en capital à mesure que les charges de pointe futures sont réduites et plus précisément prévues grâce aux efforts combinés des consommateurs et des entreprises de livraison
- ✓ Utilisation réduite de la production inefficace pour répondre aux pics de consommation, cette amélioration de l'efficacité permet une meilleure utilisation des ressources du pays.
- ✓ Possibilité de passer de l'essence à l'électricité pour le transport.

Les bénéfices attendues des smart grids

4- Bénéfices de l'amélioration environnementale

- ✓ Réductions du CO2 des unités de production ainsi que des réductions des émissions de la tuyauterie d'échappement en raison du déploiement prévu des véhicules électriques intelligents.
- ✓ De nouvelles possibilités de production d'énergie renouvelable et de stockage créé par la capacité du réseau intelligent pour soutenir une augmentation des niveaux de ressources intermittentes
- ✓ Amélioration de la possibilité d'optimiser le comportement de consommation d'énergie résultant en un impact positif sur l'environnement
- ✓ Augmenter la possibilité d'acheter l'énergie à partir des ressources propres, ce qui crée en outre une demande pour le passage d'une énergie à base de carbone à une « économie verte »
- ✓ Réduction de la fréquence des incendies de transformateurs et des déversements de l'huile grâce à l'utilisation de technologies avancées de prévention de défaillance
- ✓ Amélioration de la santé publique

Les bénéfices attendues des smart grids

5- Bénéfices de l'amélioration de la sécurité et de la protection

- ✓ Les améliorations de la sécurité augmentent la robustesse et la résilience (souplesse) du réseau.
- ✓ En outre, la réduction des importations de pétrole rendue possible par le réseau intelligent améliore la sécurité nationale en augmentant l'indépendance énergétique pour les pays importateurs du pétrole.
- ✓ Les améliorations de la protection (safety) réduisent les dangers ainsi que le temps d'exposition inhérents (immédiat) à un système électrique sous tension.
- ✓ Réduction du nombre de blessures et de décès associés aux contacts du public avec les actifs du réseau.
- ✓ Capacité accrue des travailleurs du réseau à identifier et à répondre aux consommateurs qui dépendent de l'électricité pour le soutien de la vie en cas de panne ou d'événements de qualité d'énergie qui ont un impact sur ce soutien.

Technologie des systèmes intelligents

Caractéristiques des Smart grids

- Auto-cicatrisation
- tolérance aux pannes « insensibilité aux pannes »
- Intégration dynamique des ressources renouvelables et les moyens de stockage.
- Optimisation du fonctionnement et des ressources du réseau
- Gestion de la demande, efficacité énergétique, prix temps réel
- La participation du consommateur à la production de l'électricité
- Fiabilité, qualité d'énergie, sécurité et efficacité