

Smart Grids

A. Skrzypczak

Bat. F – Bureau 311

skrzypczak@ensicaen.fr



Smart Grid ?

Réseau intelligent
(Smart Grid)

=

Réseau traditionnel

+

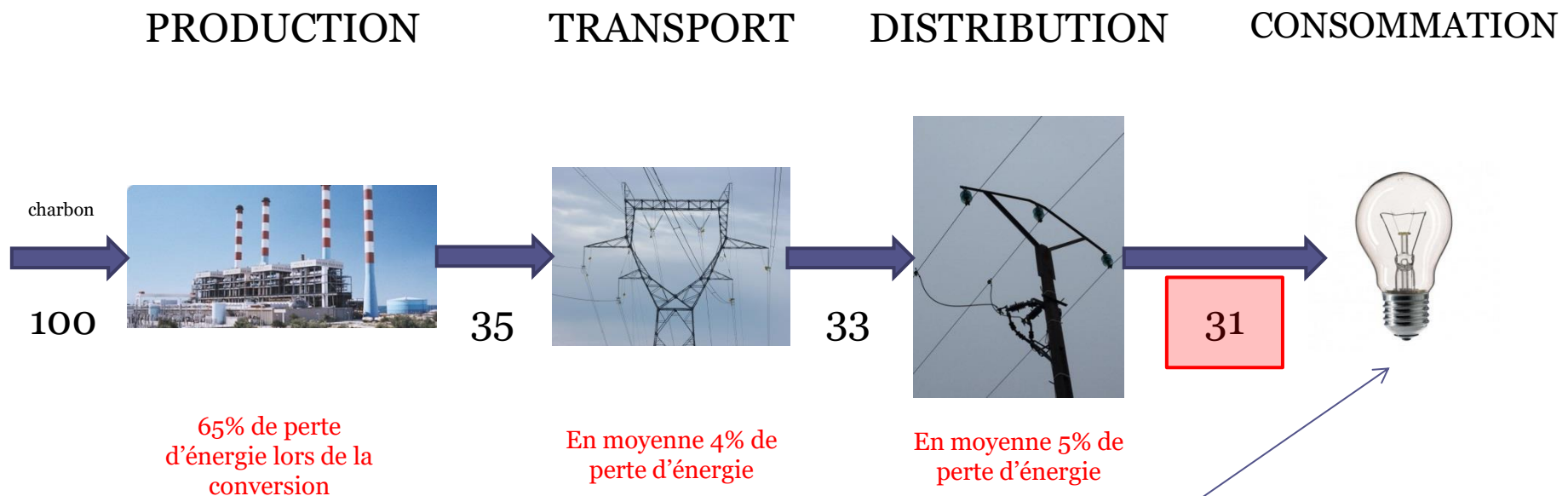
Réseau de communication

Smart Grid ?

- Dans la suite de la présentation, on insistera sur cette notion de smart grid **appliquée au réseau électrique**
- Il est à noter que cette notion est **transposable** à d'autres types de réseaux traditionnels:
 - *Eau*
 - *Gaz*

Limite des réseaux traditionnels

- Beaucoup de pertes d'énergie

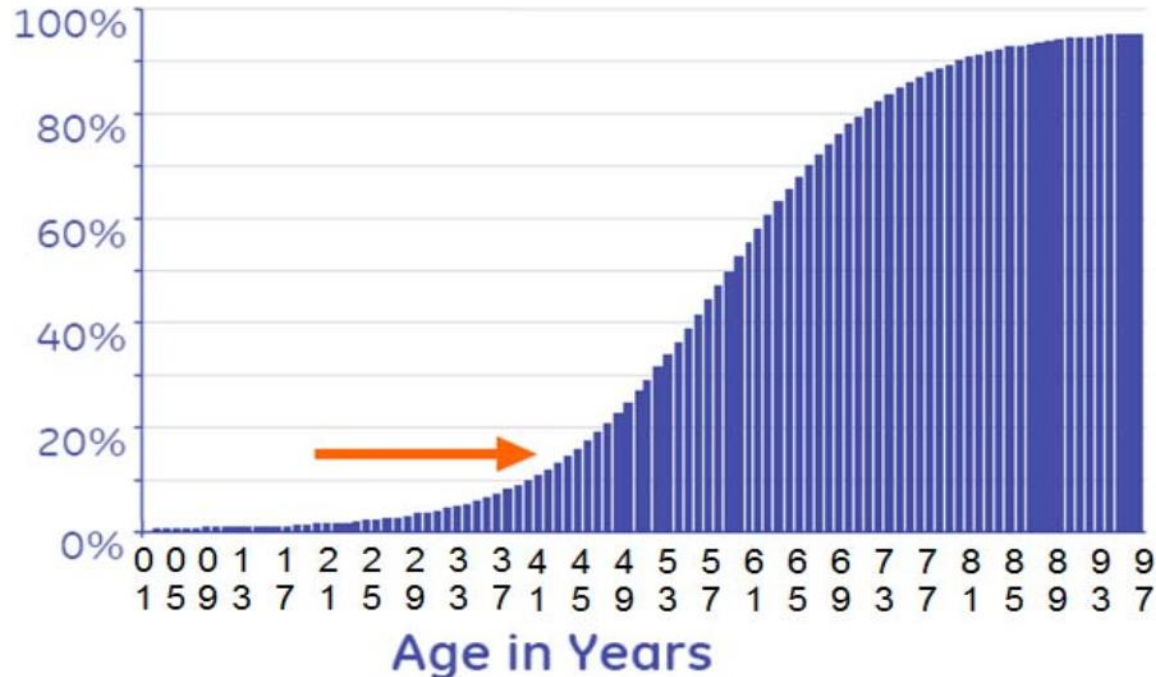


Un ampoule à filament peut dissiper jusqu'à 88% de l'énergie entrante en chaleur
→ seulement 4% de l'énergie disponible initialement a été utilisée au final

Limite des réseaux traditionnels

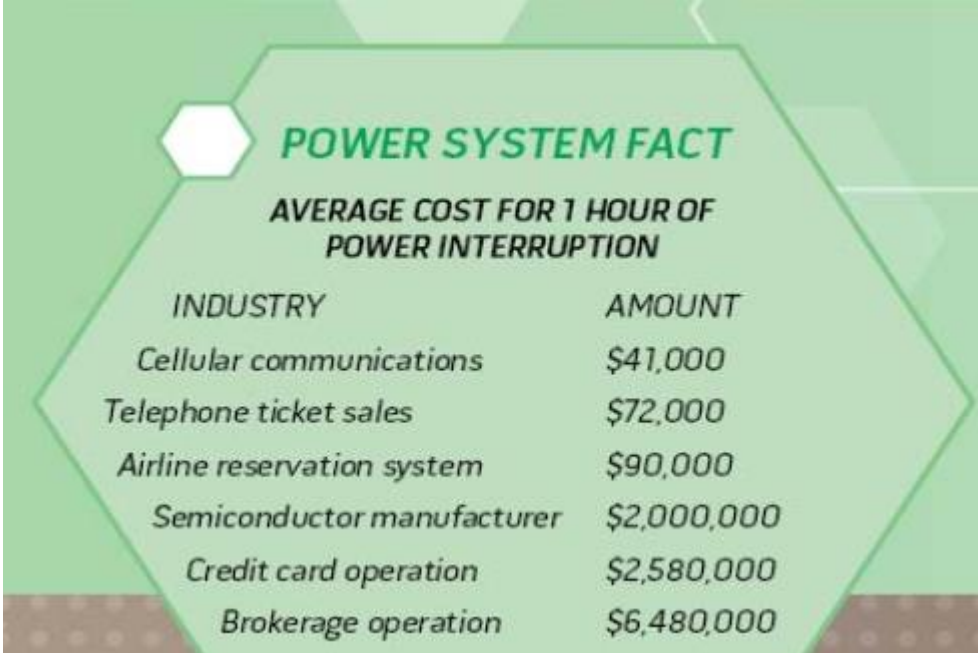
- Vieillesse des infrastructures
 - Exemple aux Etats-Unis:
 - moyenne d'âge des transformateurs = 40 ans
 - taux de dysfonctionnement est de 20%
 - *Forts risques de blackout électrique*

Transformer failure rate



Limites des réseaux traditionnels

- Impact économique

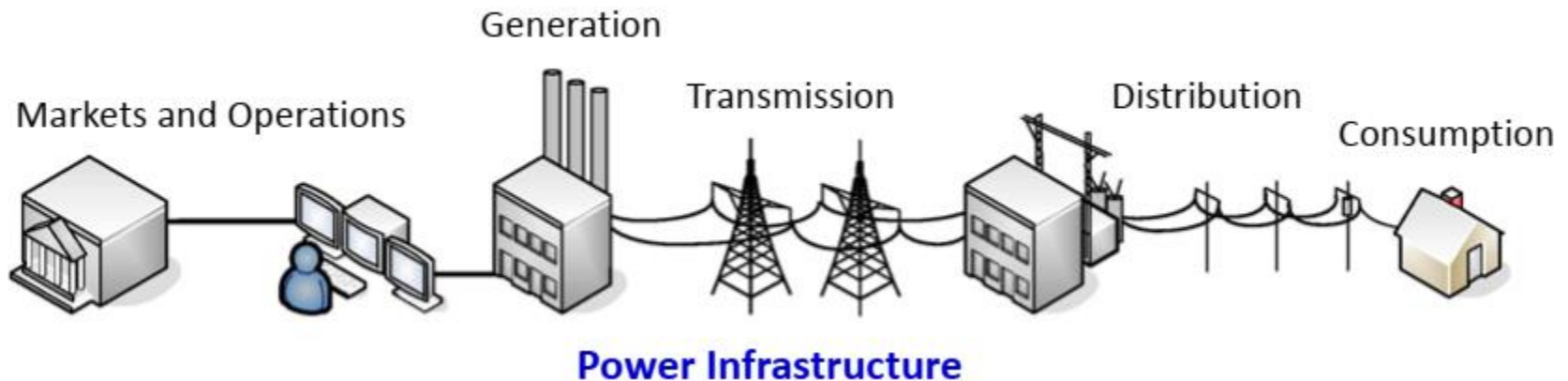


POWER SYSTEM FACT
AVERAGE COST FOR 1 HOUR OF POWER INTERRUPTION

INDUSTRY	AMOUNT
Cellular communications	\$41,000
Telephone ticket sales	\$72,000
Airline reservation system	\$90,000
Semiconductor manufacturer	\$2,000,000
Credit card operation	\$2,580,000
Brokerage operation	\$6,480,000

Limite des réseaux traditionnels

- Le flux de transport est **mono-directionnel**

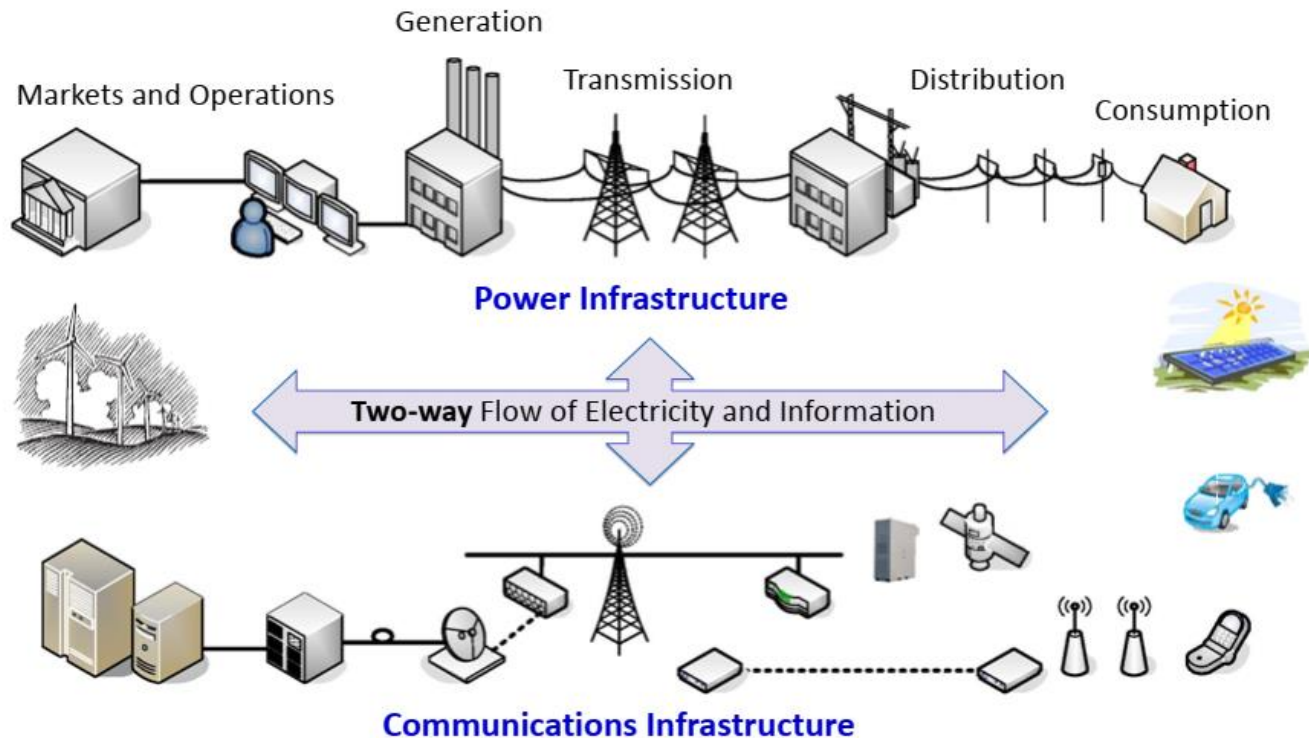


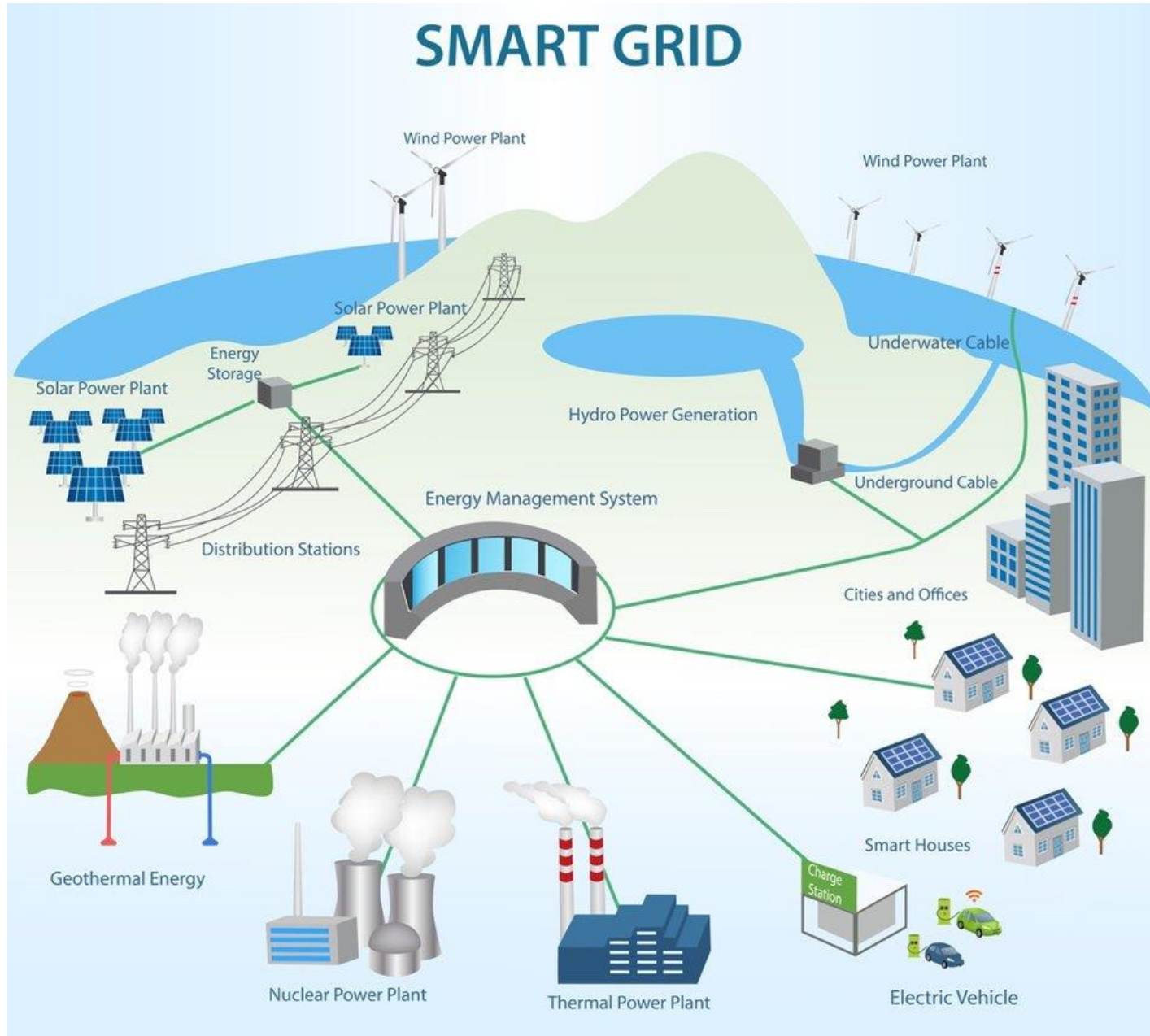
Flux mono-directionnel

gestion centralisée, réseau peu autonome, réseau peu adaptatif

Smart grids

- Le futur des réseaux traditionnels passent par une plus grande **l'interaction avec les réseaux de communication**





Smart grids

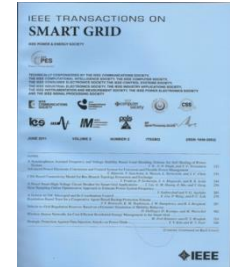
- Caractéristiques

- **Adaptabilité:** ces réseaux seront capables de se reconfigurer rapidement en fonction de la demande, des ressources disponibles, de la saison, du moment de la journée, ...
- **Self-healing:** le réseau sera capable de détecter des anomalies sur le réseau et ainsi de reconfigurer le réseau de transport pour assurer la continuité de service
- **Réseau optimisé:** utilisation optimale des ressources et du réseau
- **Prédictibilité:** le réseau sera capable d'analyser et de prédire les besoins
- **Réseau distribué:** mis en commun de toutes les sources d'énergie
- **Communication bi-directionnelle:** les informations remontent du client final vers les lieux de production
- **Smart pricing:** adapter le prix de l'électricité consommée en fonction de la manière dont l'électricité a été produite

Smart grids

- Améliorations apportées par les Smart Grids:
 - Meilleure **sécurité énergétique**
 - Le réseau serait capable de s'adapter en **temps réel** face aux pics de consommation et aux incidents réseau
 - La production, la planification de production ainsi que l'approvisionnement des ressources primaires seraient **facilitées** grâce aux informations transmises sur le réseau
 - Amélioration de la **continuité de service**
 - Suivi des habitudes de consommation chez le client final – **responsabilisation** des clients face à leur consommation énergétique
 - Production énergétique plus **écologique**

Smart grids



- Pour le moment, « smart grid » est un **concept**
 - *Quelques réalisations existent*
 - *Mais pas encore de standard ou de norme comme dans le monde des télécommunications*
- Une **organisation** autour des Smart Grids émerge
 - *IEEE Smart Grid → Janvier 2010*
 - *Regroupe des experts d'autres domaines (communication numérique, calcul distribué, gestion de l'énergie, ...)*
- Les recherches sur le sujet sont aussi **relativement récentes**
 - *Une revue spécialisée sur les smart grids éditée depuis 2010*
 - *De nombreuses conférences spécialisées sont désormais organisées (environ une dizaine par an)*

Smart grids

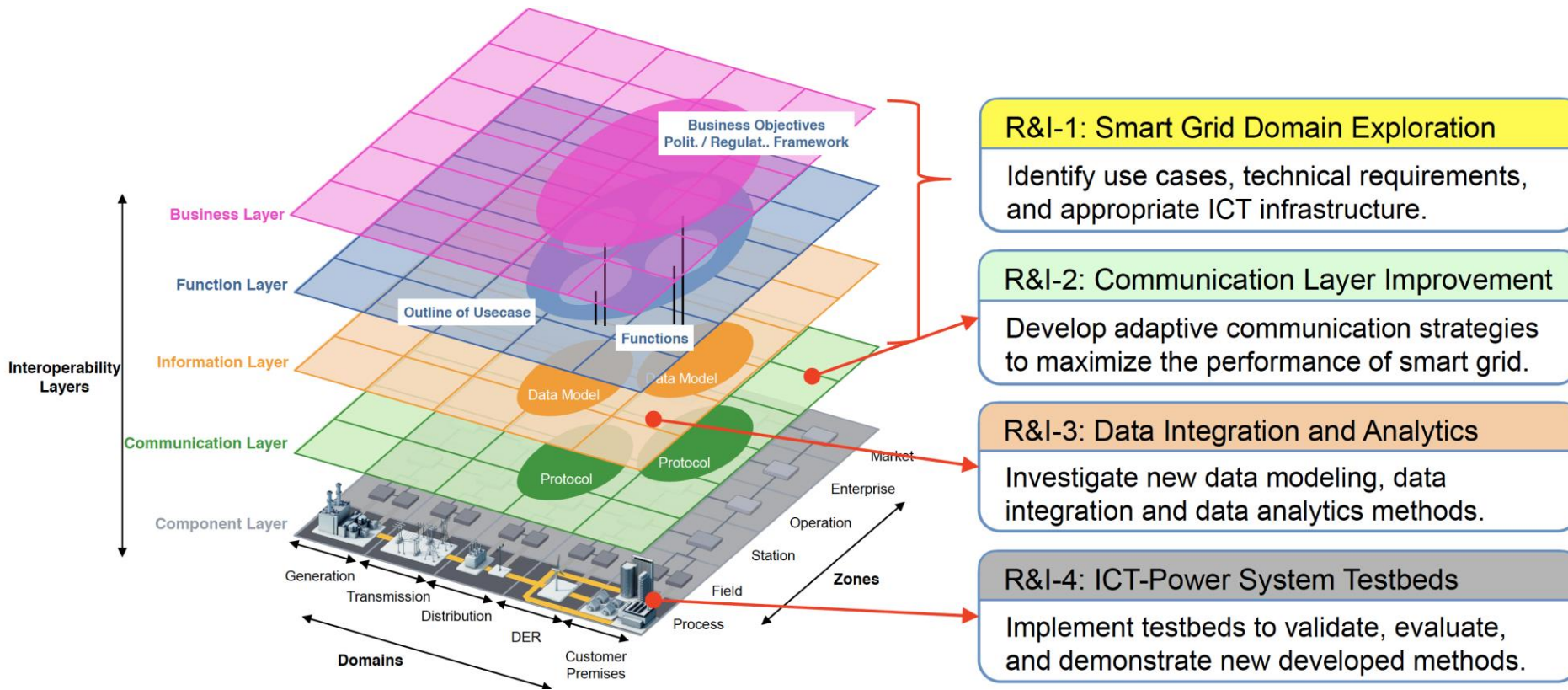


- **IEEE**: Institute of Electrical and Electronics Engineers
 - *Fondée en 1963*
 - *Compte 420000 membres*
 - *Objectifs: standardiser, publier, influencer*
 - *Standardisation mondiale*
- Beaucoup de choses de la vie de tous les jours sont standardisées par l'IEEE
 - *Wi-Fi: IEEE 802.11 (a/b/g/n)*
 - *Bluetooth: IEEE 802.15.1*
 - *FireWire: IEEE 1394*

Smart grids

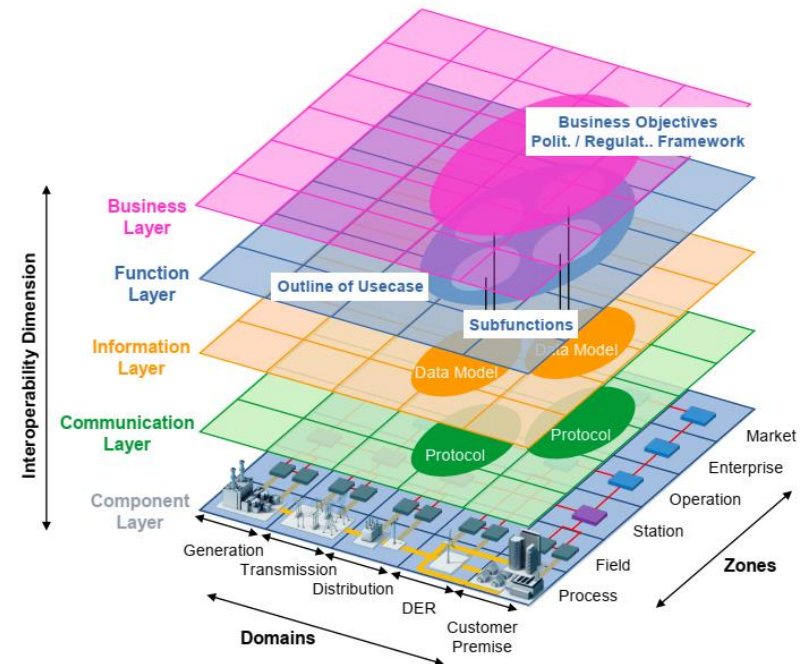
- Rien n'est encore définitivement figé autour des smart grids
 - *Les architectures ou les moyens de **communiquer peuvent encore évoluer***
 - *Dans les slides suivants, on présentera des architectures probables de réseaux intelligents*
- Déjà **quelques standards** existant ou en cours de développement
 - *IEEE 1547-2003: interconnexion entre ressources distribuées et systèmes électriques*
 - *IEEE 1815-2010: protocole de communication sur réseau distribué*
 - *IEEE P1377: protocole de communication pour l'industrie*

Smart grids



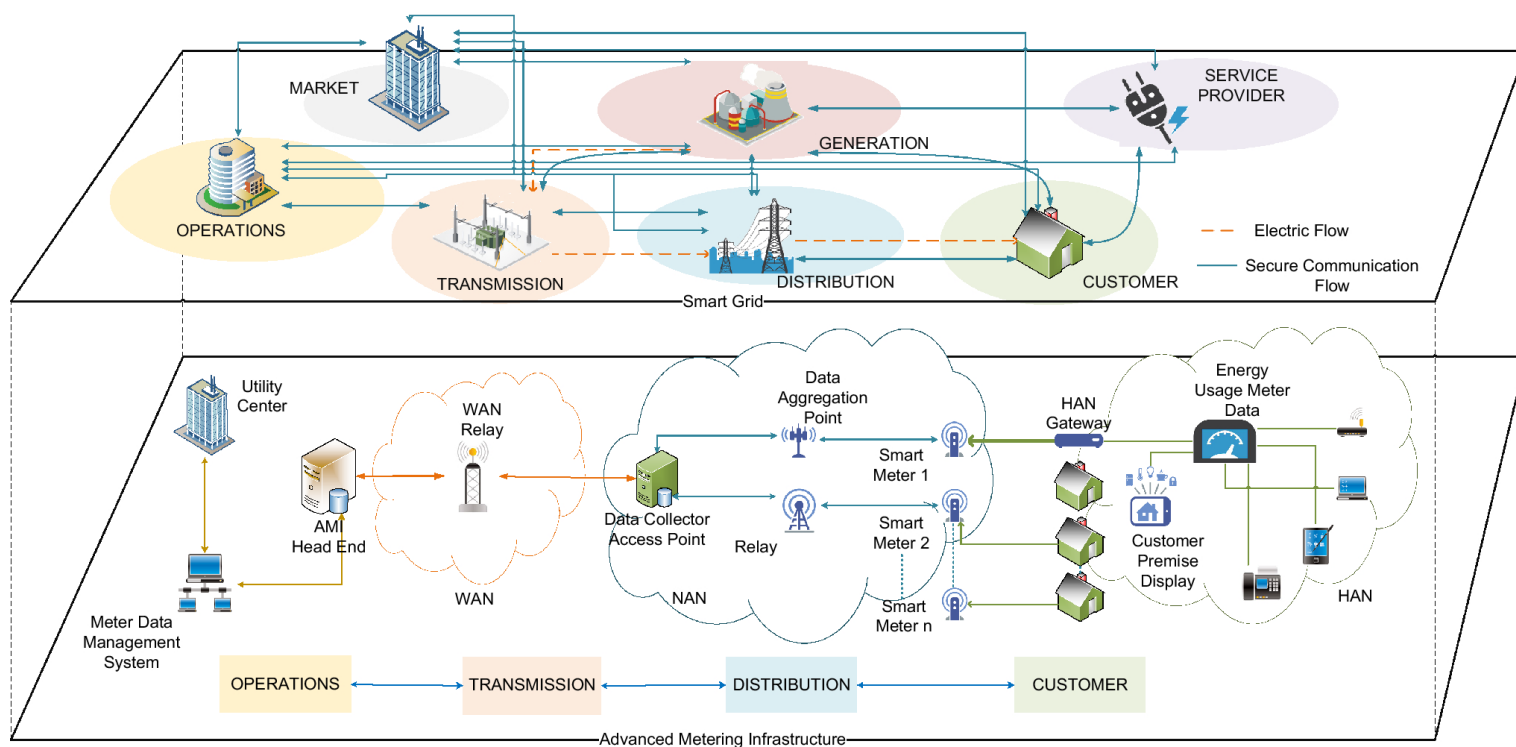
Smart grids

- **Zones:** vues organisation
 - **Market:** vue « marché » de l'application
 - *Echange d'énergie*
 - *Marché global*
 - *Marché de détail*
 - **Enterprise:** vue organisation entreprise
 - *Logistique*
 - *Facturation*
 - *Service client*
 - **Operation:** vue organisation système
 - *Système de gestion de distribution*
 - *Système de gestion de transport*
 - **Station:** vue macro-bloc
 - *Supervision locale*
 - *Acquisition de données locales*
 - **Field:** vue terrain
 - *Protection et contrôle de systèmes de transport d'énergie*
 - *Relais*
 - *Système de capture d'information*
 - **Process:** dispositif de production d'énergie (fossile, solaire, ...)
 - *Transformateurs*
 - *Cables, ...*



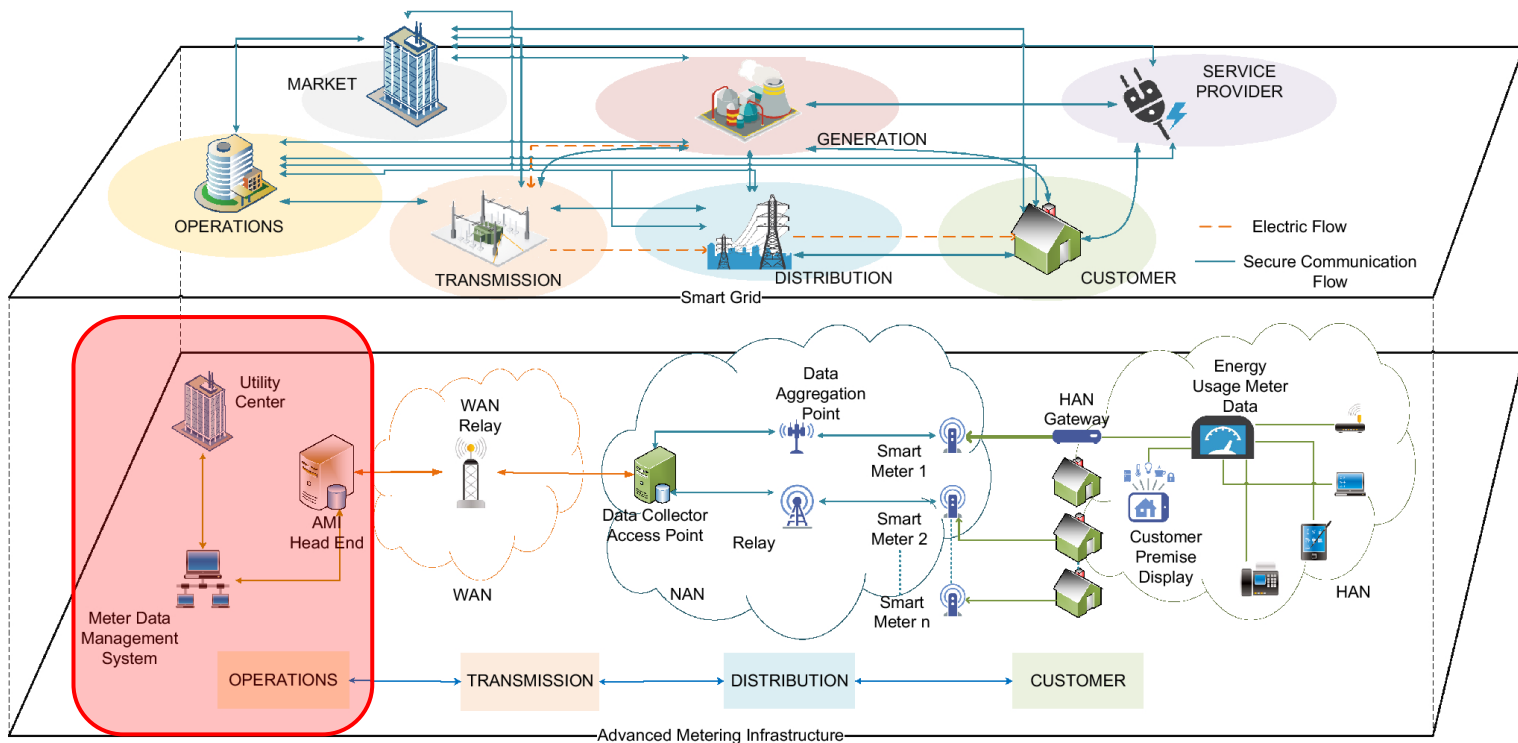
Advanced Metering Infrastructures (AMI)

- L'une des clés de la réussite des smart grids repose sur **les moyens de faire circuler les informations** permettant d'optimiser le réseau électrique



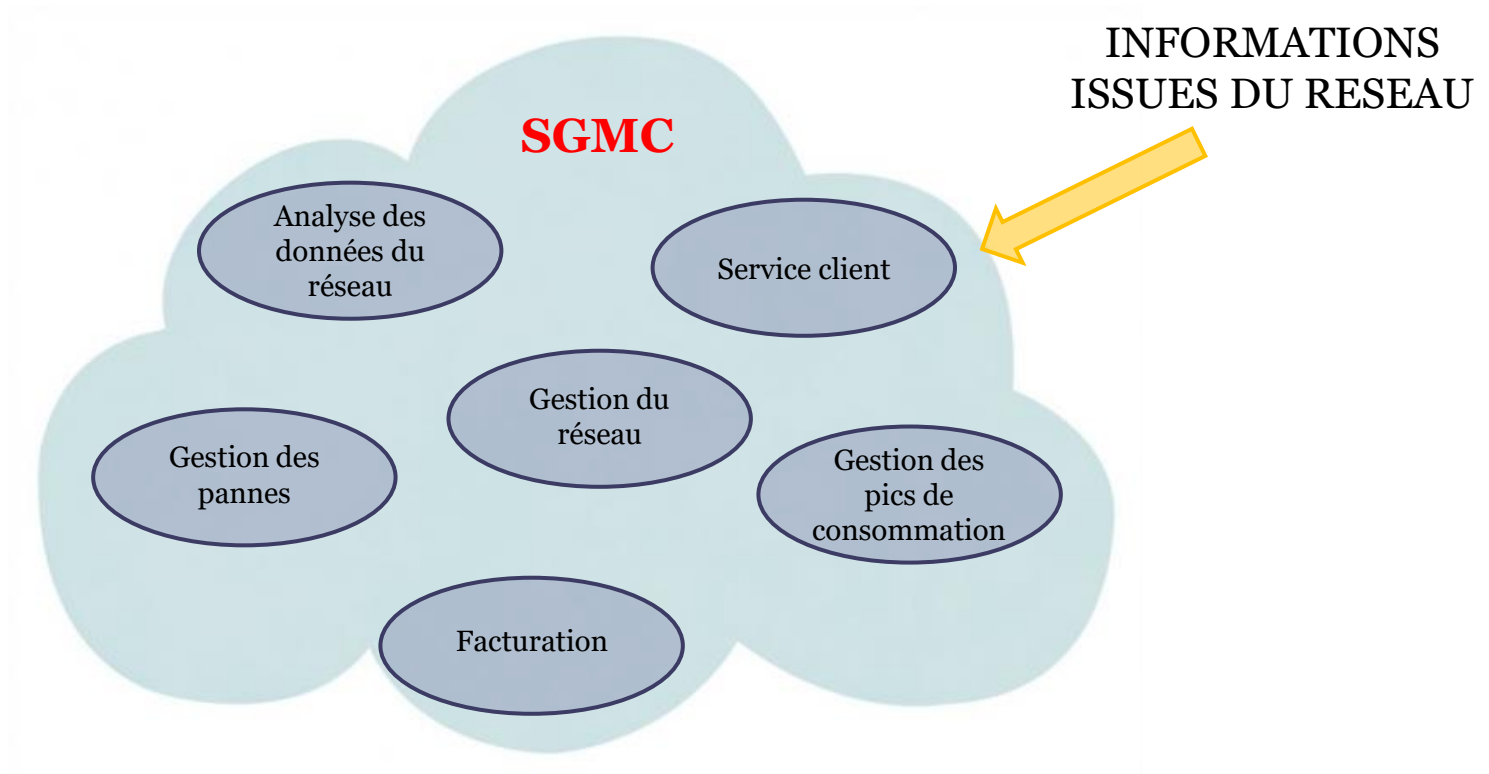
Advanced Metering Infrastructures (AMI)

- L'une des clés de la réussite des smart grids repose sur **les moyens de faire circuler les informations** permettant d'optimiser le réseau électrique

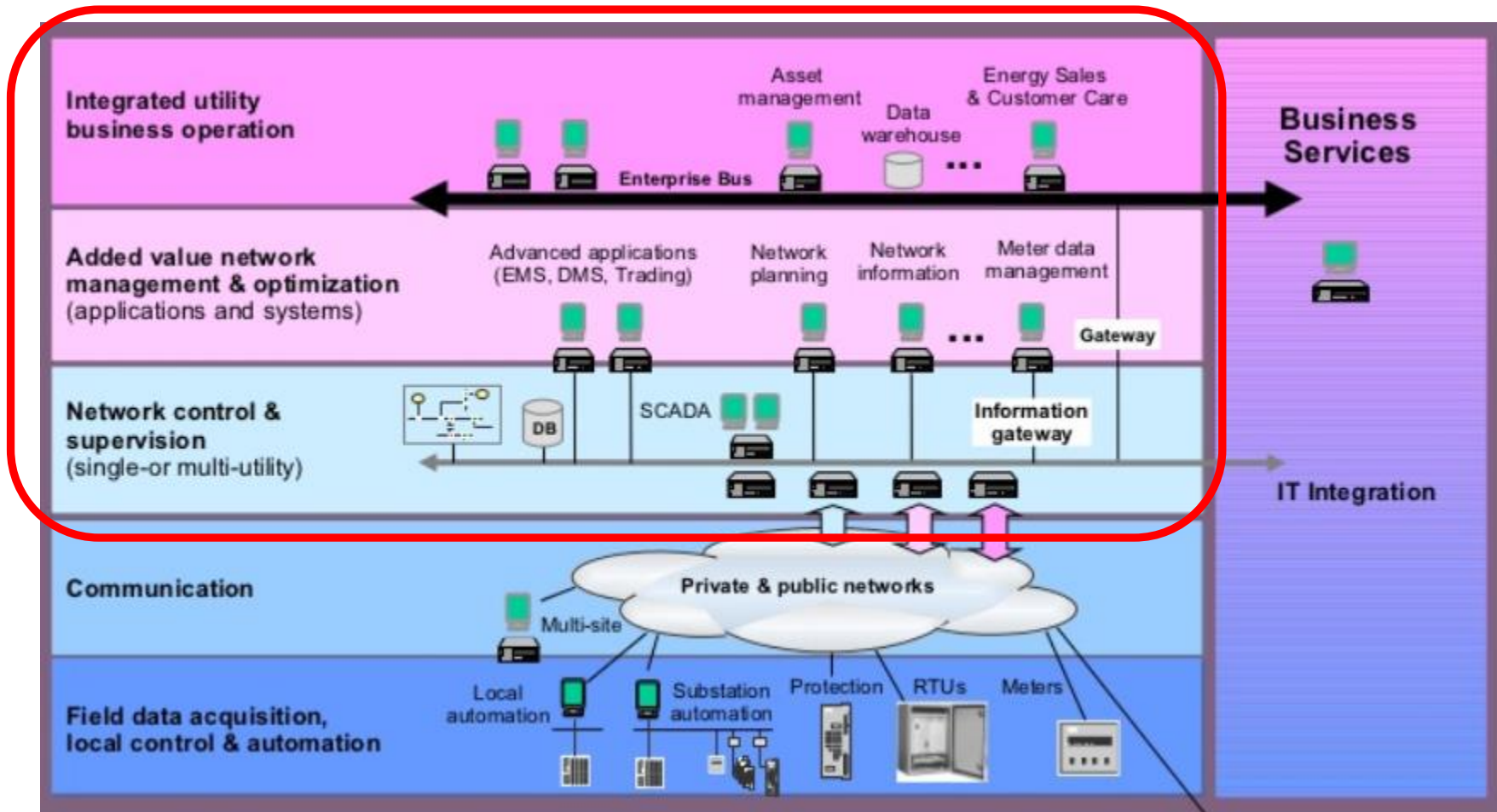


Information layer

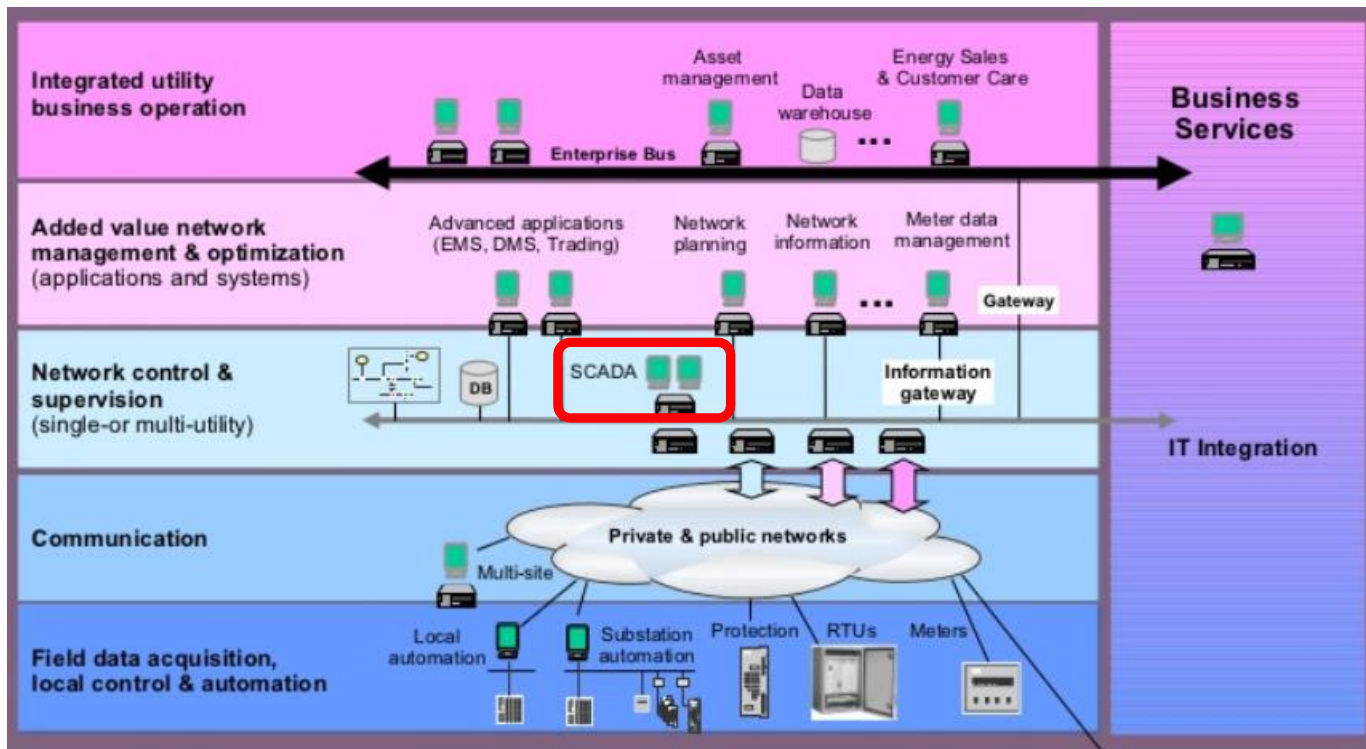
- C'est le « **cerveau** » du réseau
- Smart Grid Management Center (SGMC)
→ *Système qui gère et contrôle le réseau intelligent*



SGMC

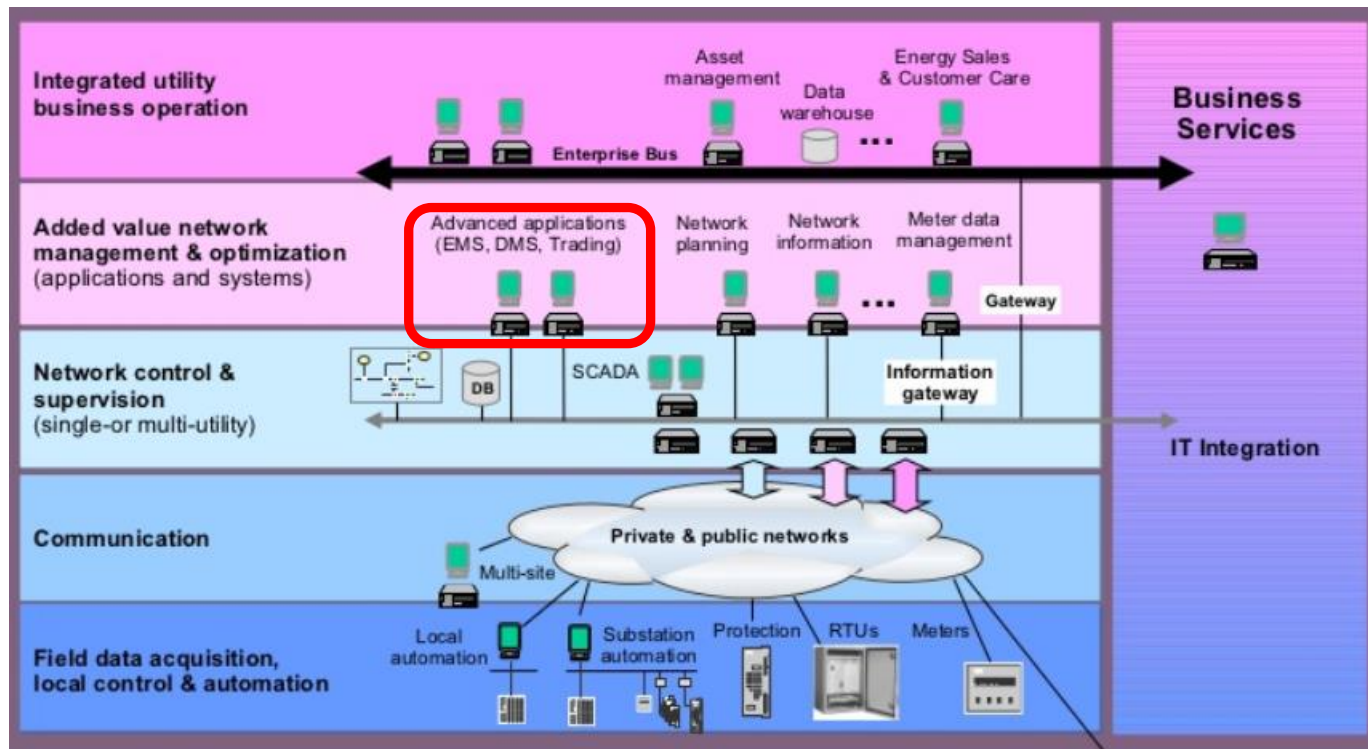


SGMC



- **SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition**
 - Serveur de données qui **supervise et contrôle** les parties automatisées du réseau à partir des données du réseau intelligent
 - Acquisition de signaux depuis les sous-parties du réseau
 - Envoi d'ordre et de consigne vers les composants du réseau
 - ...

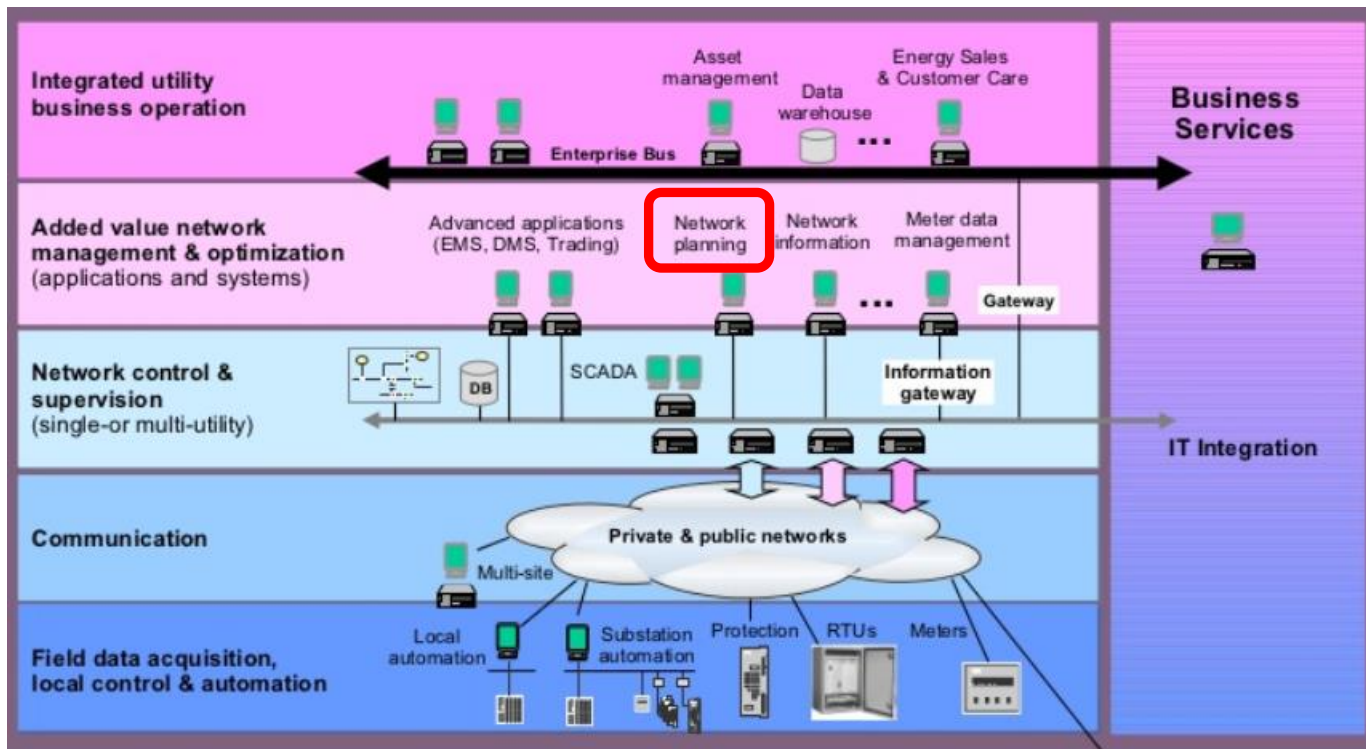
SGMC



- DMS: Distribution Management System
 - Serveur gérant les **comportements particuliers** du réseau
 - Pannes
 - Pic de consommation
 - Chutes de tension
 - Capacité à **reconfigurer le réseau électrique** de manière sûre et avec continuité de service

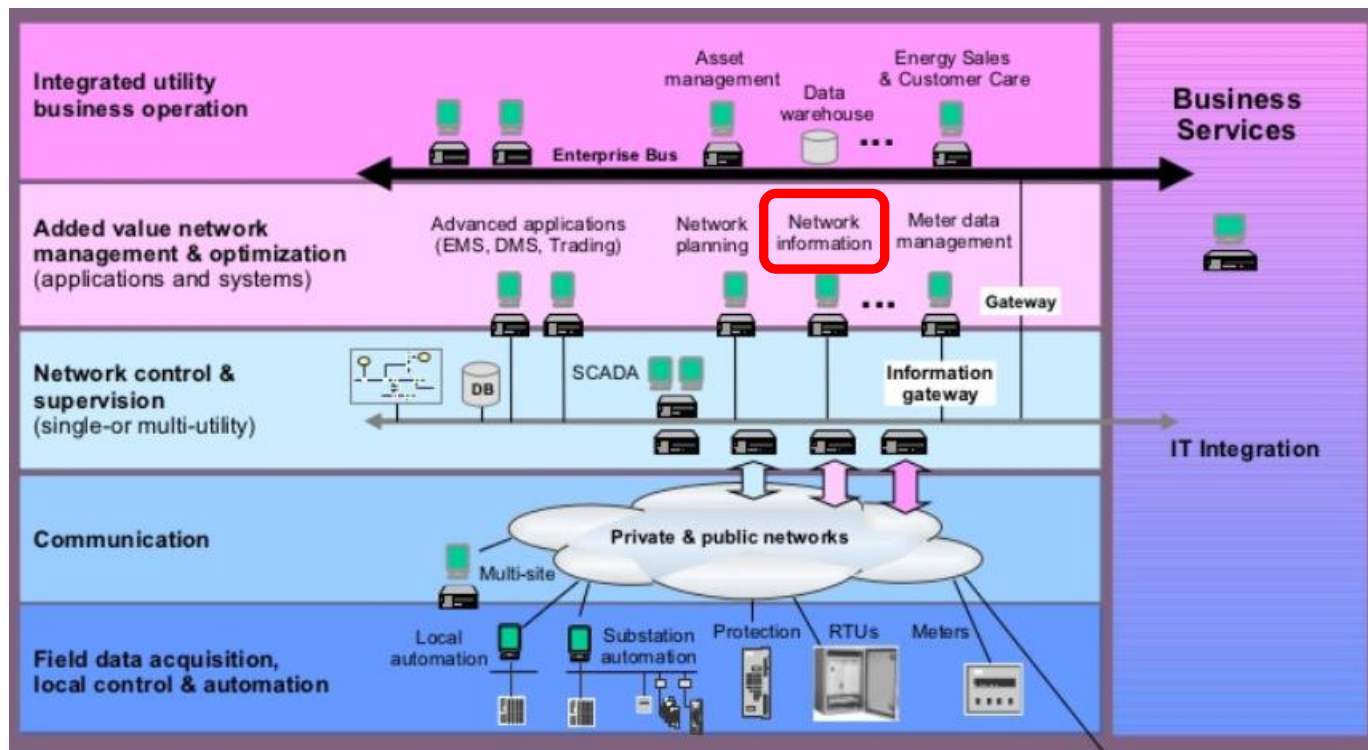
- EMS: Energy Management System
 - **Fonctions avancées** de surveillance
 - Calcul de grandeurs électriques
 - Analyse de sécurité en cas de non fonctionnement d'un élément du réseau électrique
 - ...

SGMC



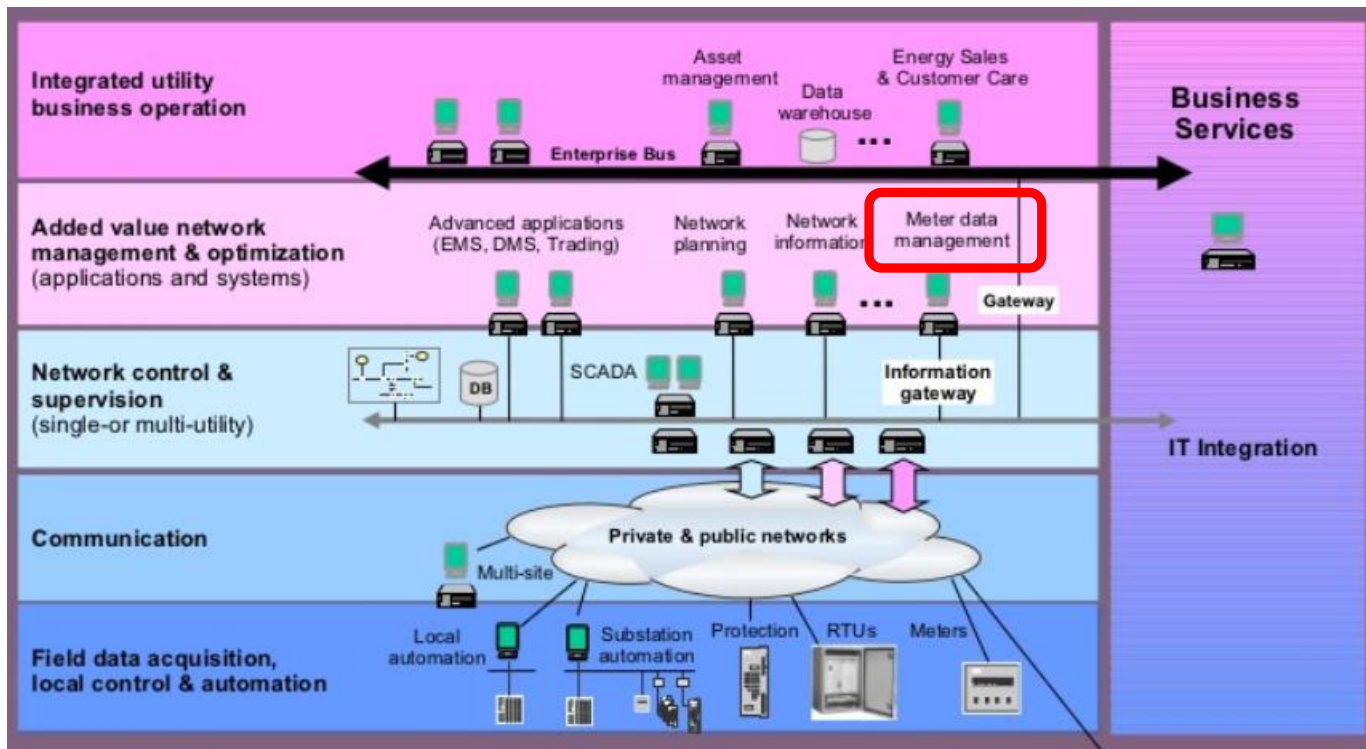
- Planification du réseau
 - Serveur de données qui **planifie la configuration** du réseau électrique:
 - *Prévision de consommation*
 - *Gestion de production en fonction des ressources disponibles*
 - ...

SGMC



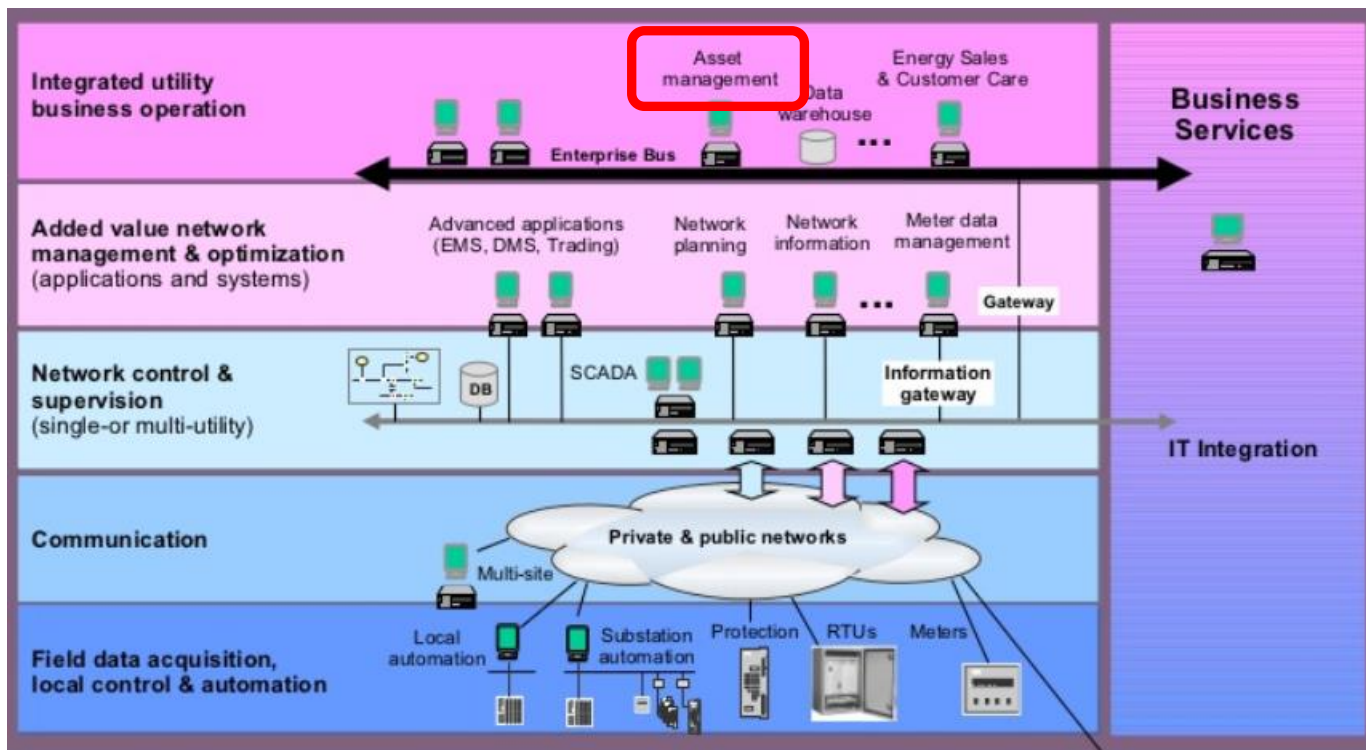
- Information réseau
 - Serveur de données qui **supervise et stocke** des informations sur le réseau:
 - Visualisation de la topologie réseau en temps réel
 - ...

SGMC



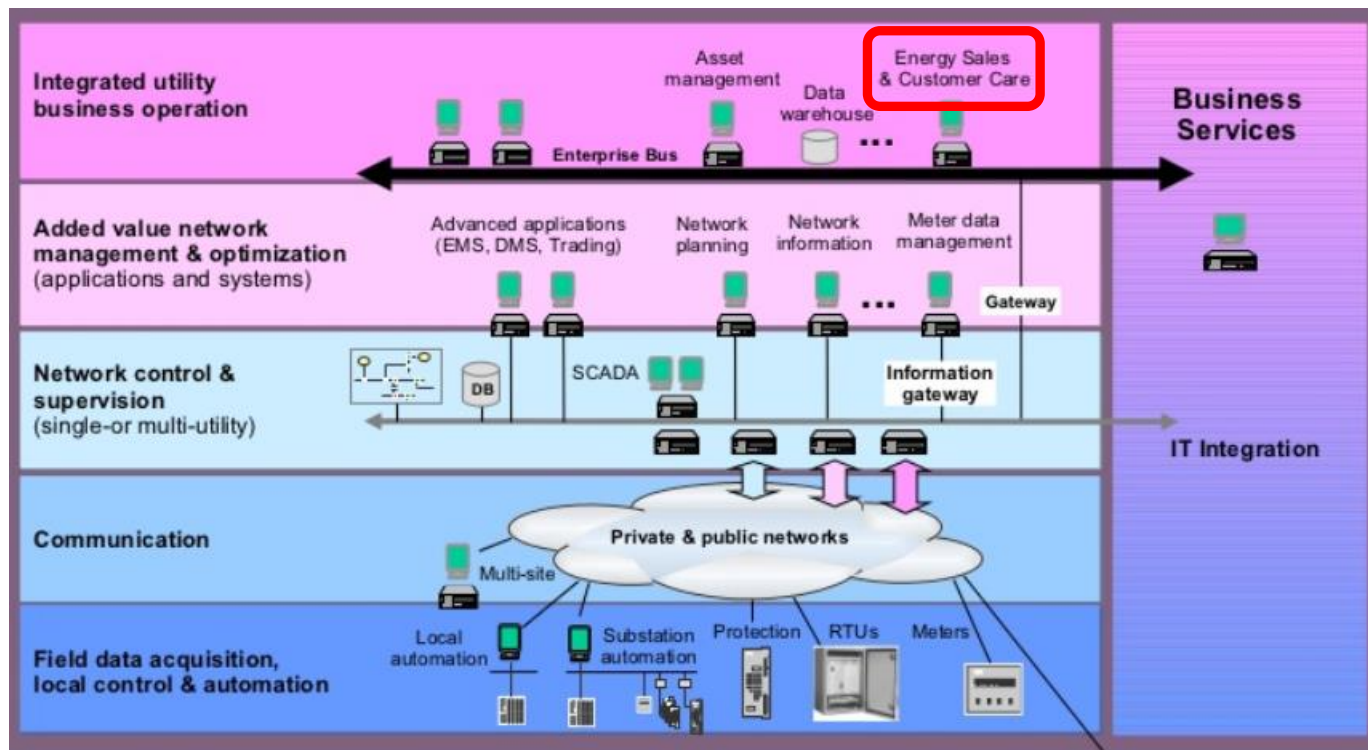
- Meter Data Management (MDMS = Meter Data Management System)
 - Serveur de données qui **reçoit et calcule des données** à partir du réseau intelligent pour:
 - Facturation
 - Détection de consommation anormale sur le réseau
 - Soupçon de fraude

SGMC



- Gestion de risques
 - Serveur de données qui **détermine certains risques**:
 - Maintenance du réseau
 - Investissement sur de nouvelles infrastructures
 - Remplacement de certains éléments du réseau
 - ...

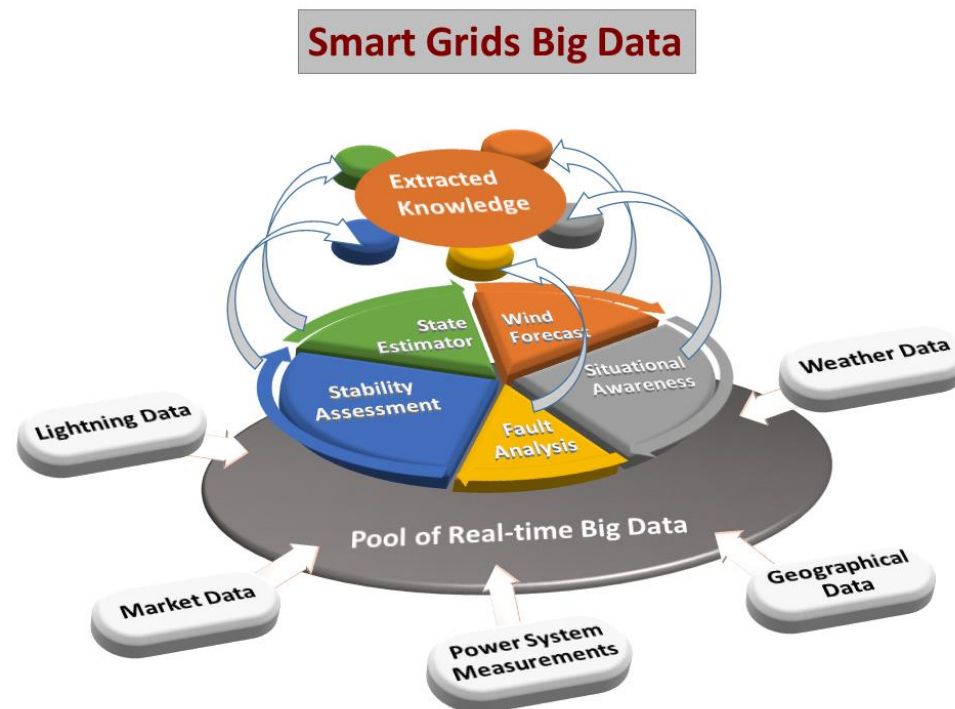
SGMC



- Vente et service client
 - Serveur de données de **facturation** et de
 - Facturation « temps réel » en fonction du coût de production à l'instant t
 - Proposition de services en fonction du profil de consommation du client
 - Incitation à une consommation raisonnée d'énergie
 - ...

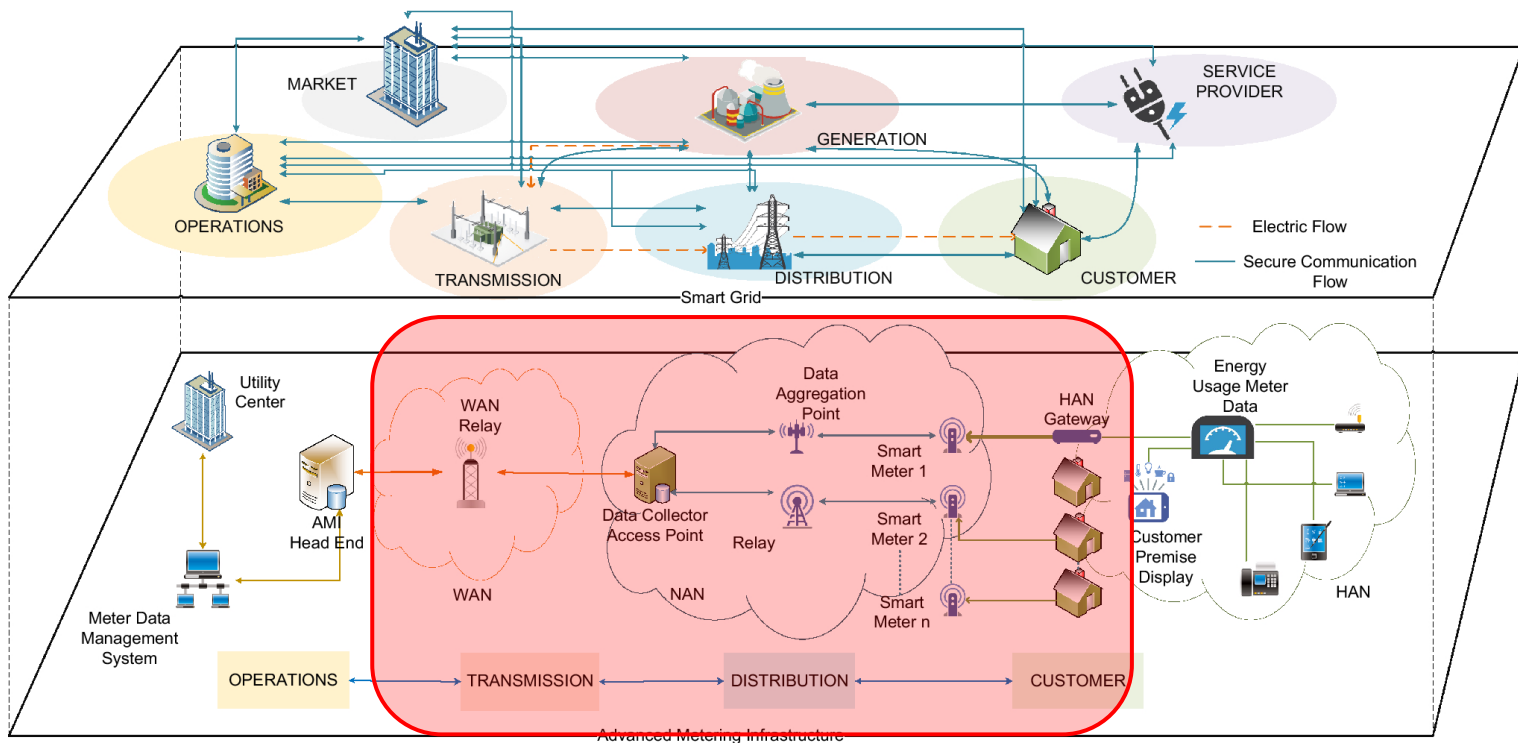
SGMC - algorithmes

- Le bon fonctionnement du SGMC repose sur le développement **d'algorithmes efficaces** pour estimer les besoins en énergie
→ *Algorithmes « big data »*



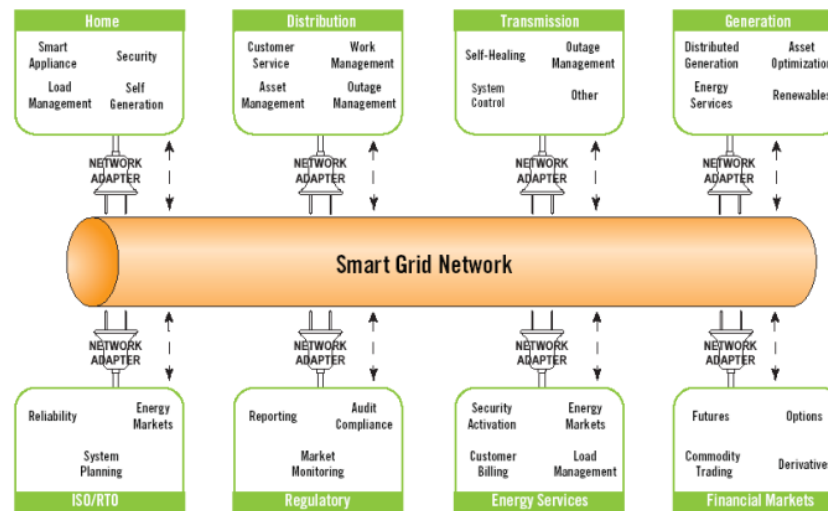
Advanced Metering Infrastructures (AMI)

- L'une des clés de la réussite des smart grids repose sur **les moyens de faire circuler les informations** permettant d'optimiser le réseau électrique



Communication layer

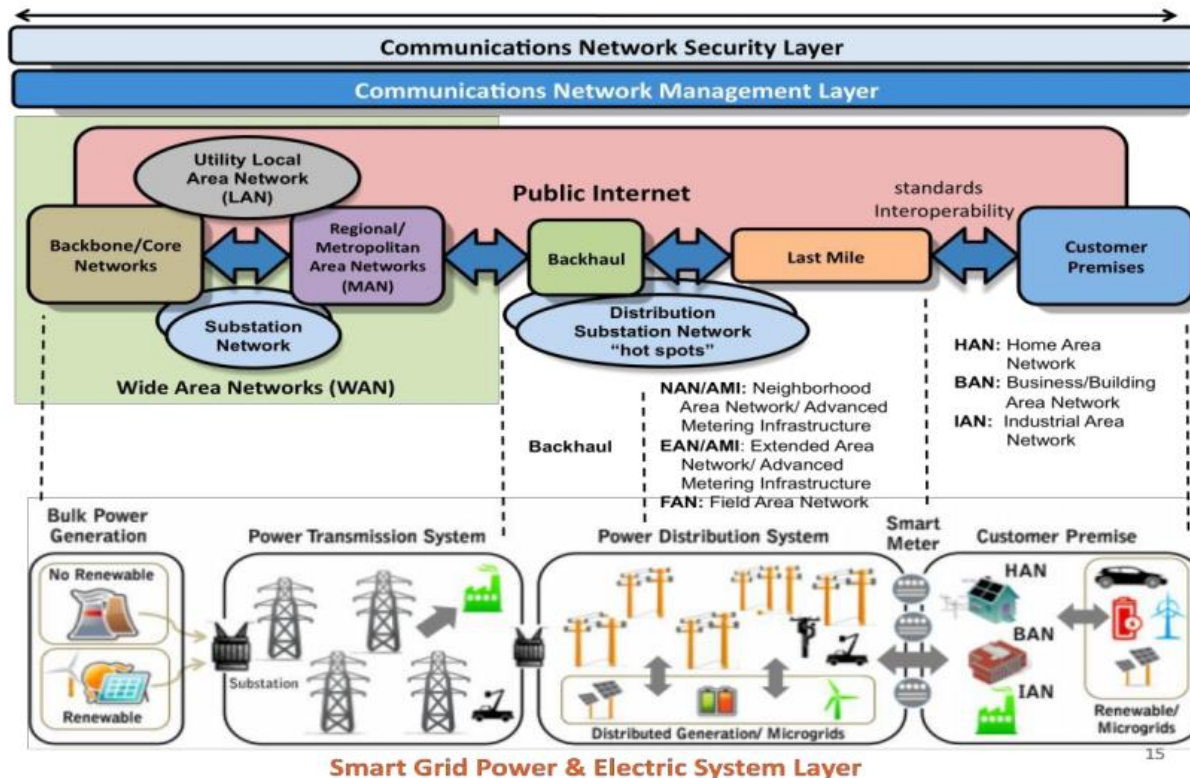
- La quantité d'information à transmettre peut être potentiellement **très importante** et la nature des informations est par nature hétérogène



- Il est alors nécessaire d'utiliser des moyens de transport de données qui soient **robustes, efficaces et à moindre coût**
- D'un point de vue du SGMC, le moyen de transport de l'information doit être **transparent**

Communication layer

- Il est possible de subdiviser l'ensemble du réseau de communication en différents **sous-réseaux**, chacun sécurisé et adapté à la nature des informations à transmettre

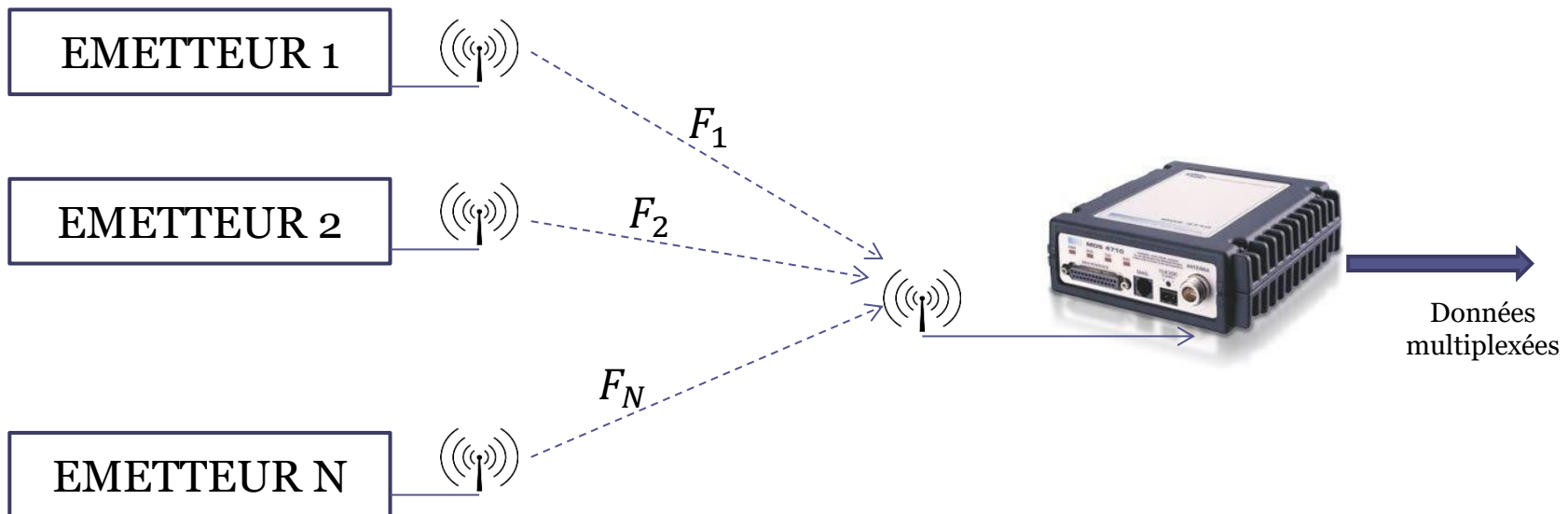


Technologies possibles

- Le réseau de communication des Smart Grids sera fort probablement un **mélange de technologies câblées et sans-fil** (wired/wireless communications)

Technologies sans fil

- Multiple address (**MAS**) radio link
 - Technologie sans-fil très ancienne
 - Utilisation de plusieurs émetteurs radio vers un récepteur radio qui multiplexe les données



Technologies sans fil

- Multiple address (**MAS**) radio link

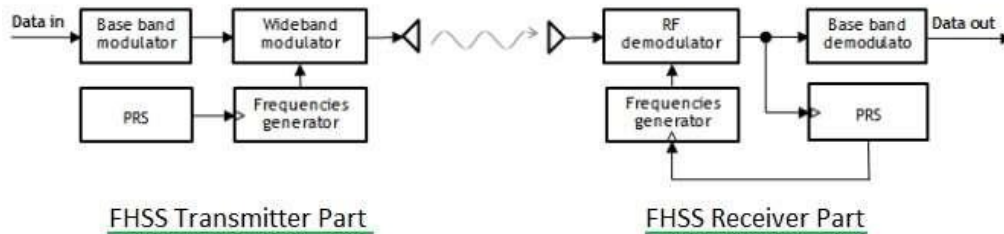
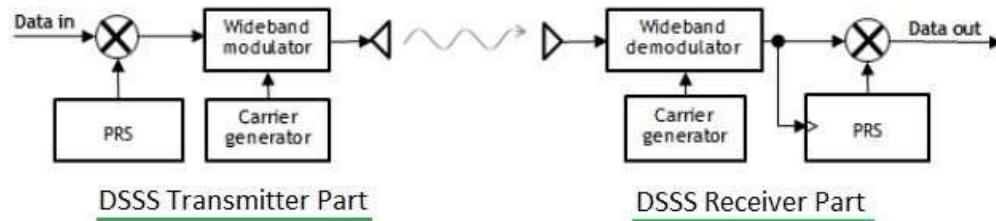
Fréquences	895 – 960 MHz
Bande passante	12,5 – 25 kHz
Couverture	15 km
Débit utile	4,8 kbps – 9,6 kbps avec réduction de couverture
Modulation	Frequency Shift Keying (FSK)
Nombre de canaux	Limité par la capacité du récepteur radio

Technologies sans fil

- Multiple address (MAS) radio link
 - Avantages
 - *Gestion de nombreux équipements possible*
 - *Débit intéressant pour ce type d'application (9,6 kbps)*
 - *Bonne couverture*
 - *Système simple et peu onéreux*
 - *Bonne résistance au brouillage*
 - Inconvénient
 - *Nécessité d'avoir une **vue directe** entre émetteur et récepteur*
 - *Système peu sécurisé – l'accès aux données est assez simple*
 - ***Bande de fréquence allouée très occupée** – le nombre d'équipements pouvant être géré peut au final être peu important*

Technologies sans fil

- WLAN et solution à spectre étalé
 - **Solutions couramment utilisées** dans les télécommunications classiques
→ *Ex: Wi-Fi / Bluetooth*
 - Direct Sequence / Frequency Hopping Spread Spectrum (DSSS / FHSS)



	DSSS	FHSS
Réseaux co-localisés	--	++
Robustesse face au brouillage	--	++
Robustesse aux interférences	++	--
Débit utile	++	--
Zone de couverture	++	--
Synchronisation	++	--
Consommation électrique	--	++
Coût	--	++

Technologies sans fil



- ZigBee = IEEE 802.15.4
 - **Nouvelle technologie** utilisé pour les réseau de type WPAN (Wireless Personal Area Network)
 - Proche du Bluetooth en termes d'utilisation
 - ZigBee est un sérieux candidat pour **la connectivité au dernier kilomètre** dans les réseaux intelligents
 - Cette solution possède des arguments intéressants en terme de possibilité d'automatisation et de consommation d'énergie

Technologies sans fil



- ZigBee = IEEE 802.15.4
 - Il existe d'ores et déjà des produits utilisant cette technologie



Routeur



Chip d'émission

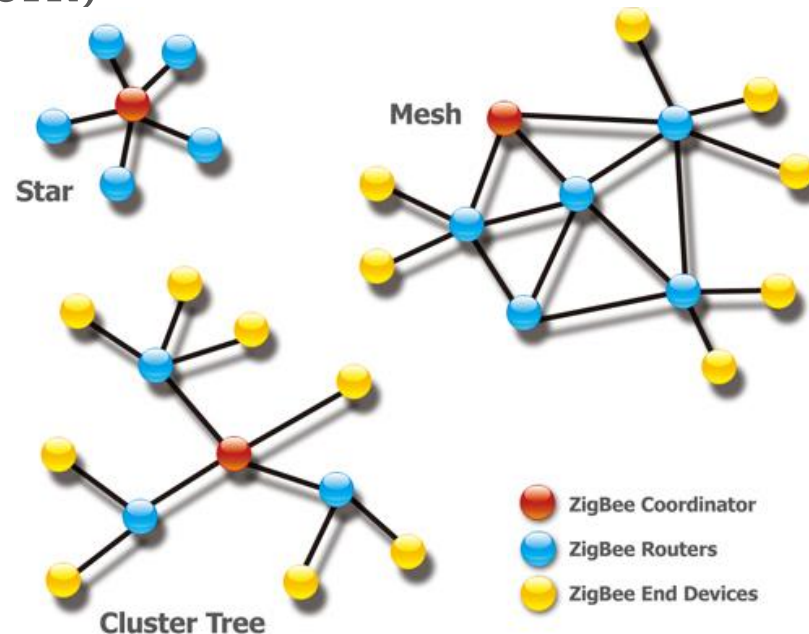


Coordinateur

Technologies sans fil



- ZigBee = IEEE 802.15.4
 - L'avantage premier de cette technologie est **qu'elle peut fonctionner avec différentes topologies de réseau**
 - Cette propriété est particulièrement intéressante dans un cadre **HAN** (Home Area Network) ou **NAN** (Neighborhood Area Network)



Technologies sans fil



- ZigBee = IEEE 802.15.4

Standard	ZigBee/IEEE 802.15.4	Bluetooth	UWB	IEEE 802.11 b/g
Working frequency	868/915 MHz, 2.4GHz	2.4 GHz	3.1 - 10.6 GHz	2.4 GHz
Range (m)	30 – 75+	10 – 30	~10	30 – 100 +
Data rate	20/40/250 kbps	1 Mbps	100+ Mbps	2 – 54 Mbps
Devices	255 – 65k	8		50 – 200
Power consumption	~1 mW	~40 – 100 mW	~80 – 300 mW	~160 mW – 600W
Cost (\$US)	~2 – 5	~4 – 5	~5 – 10	~20 – 50

Technologies sans fil



- Technologie de communication mobile
 - Il peut être opportun d'utiliser les ressources et **infrastructures de technologies « anciennes »** pour les Smart Grids
 - Ainsi l'utilisation des moyens de communication **GSM** (Global System for Mobile Communication = 2G) ou **GPRS** (General Packet Radio Services = 2,5G) représente une solution séduisante

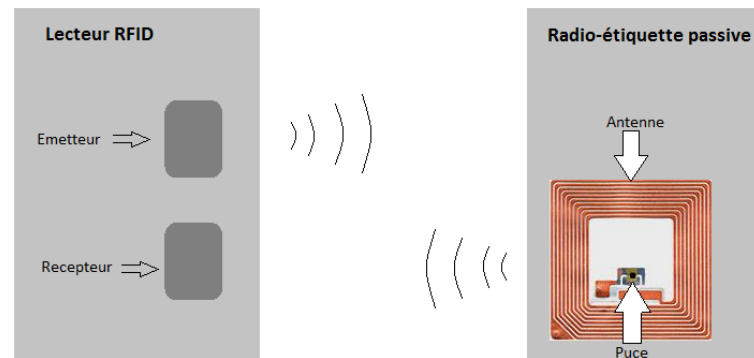
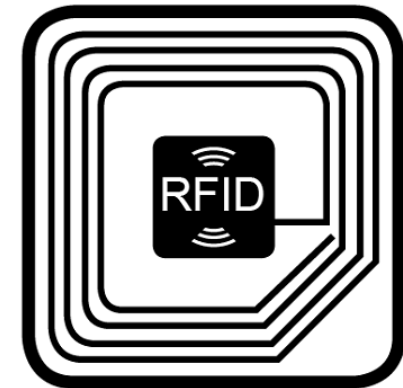
Technologies sans fil



- Technologie de communication mobile
 - Les avantages sont nombreux
 - *Débit théorique: 171,2 kbps*
 - *Réseaux toujours existants* et « prêt à l'emploi »
 - *Coût d'utilisation faible car le coût du réseau a été amorti*
 - Cependant:
 - *Selon la charge du réseau, le débit utile peut tomber très bas*
 - *Pas de roaming (utilisation de réseaux de différents opérateurs) dans certains pays*
 - *Il semble difficile de pouvoir améliorer les performances du réseau GSM/GPRS dans l'état actuel des choses (pas d'intérêt à investir dans ces réseaux actuellement)*

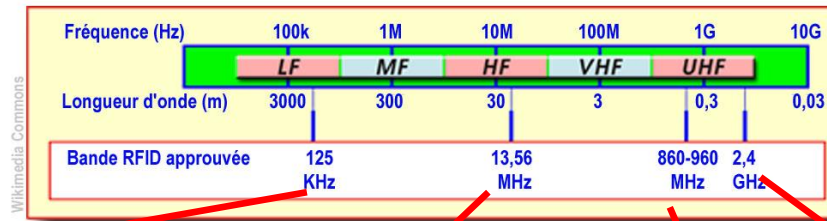
Technologies sans fil

- **RFID: Radio Frequency Identification**
 - Technologie d'identification sans fil très largement déployée à l'heure actuelle
 - *Étiquettes anti-vol*
 - *CB « sans contact »*
 - *Badges d'identification*
 - 2 éléments
 - *Un marqueur*
 - *Un lecteur*



Technologies sans fil

- RFID: Radio Frequency Identification
 - Cette technologie peut utiliser **différentes fréquences**



- Portée de 10-50cm
- Application d'identification

- Portée de 10-100cm
- Application de suivi (bagages ...)

- Portée de 1-2 m
- Application de télépéage
- Portée de 1-12 m
- Application de télécommande

Technologies sans fil

- RFID: Radio Frequency Identification
 - Avantages
 - Une puce RFID est *très bon marché*
 - *Puce passive* → il n'est pas nécessaire de l'alimenter électriquement
 - Les débits utiles sont d'autant plus importants que la fréquence d'émission est importante
 - Inconvénient
 - Pas de véritable *sécurisation* des données

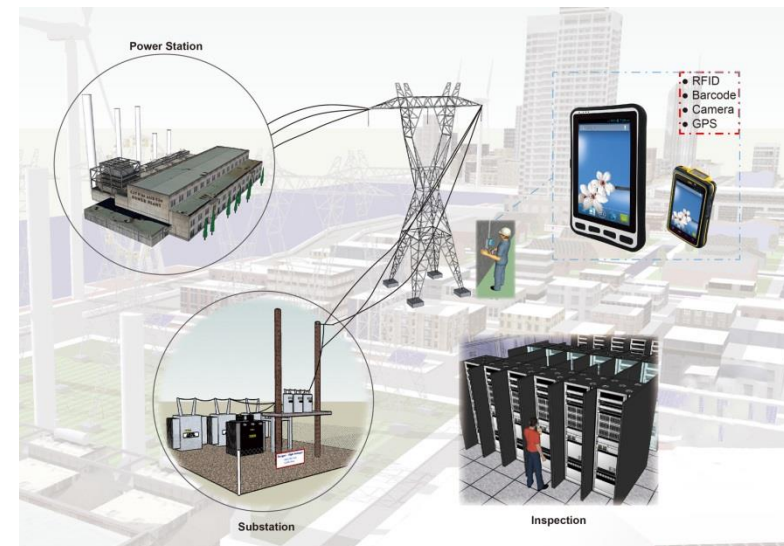
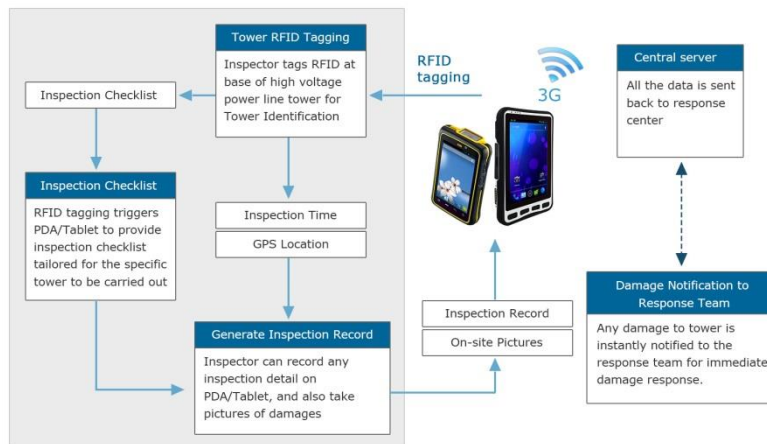
Technologies sans fil

- **RFID: Radio Frequency Identification**
 - Cette solution serait potentiellement intéressante au niveau de **la détection et la maintenance** d'éléments d'infrastructure réseau
 - Ex: système ELIOT



Technologies sans fil

- **RFID: Radio Frequency Identification**
 - Cette solution serait potentiellement intéressante au niveau de **la détection et la maintenance** d'éléments d'infrastructure réseau
 - Ex: maintenance



Technologies filaires

- Power line communications (**PLC**)
 - Utilisation du **réseau électrique domestique** pour transiter des informations numériques
 - Exemple: plug CPL

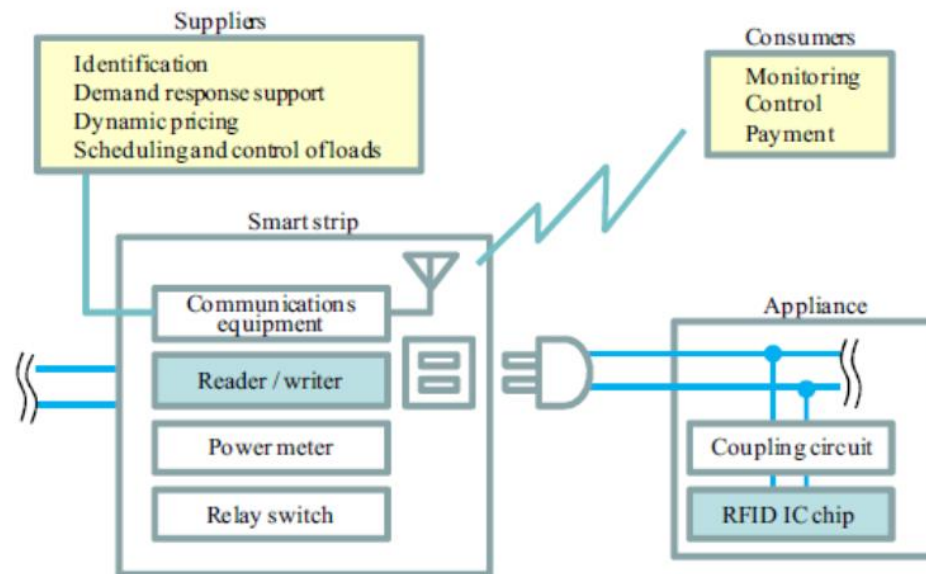


Technologies filaires

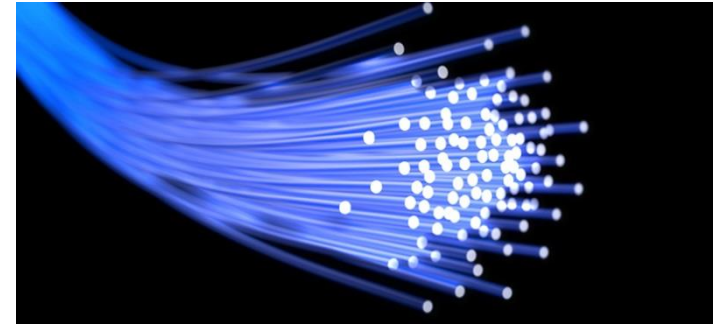
- Power line communications (**PLC**)
 - Cette technologie semble être un **potentiel candidat** en vue d'une normalisation des communications sur les Smart Grids
 - Avantages
 - *Débits entre 100 kbps et 2 Mbps (nouvelles générations de CPL pourraient permettre un débit de 45 Mbps)*
 - *De nombreux standards existants sur les PLC*
 - IEEE P1675 – IEEE P1775 – IEEE P1901
 - Inconvénients
 - *Les plugs CPL se comportent comme des **antennes émettrices***
 - *La mise en place de nombreux spots CPL peut générer de **fortes interférences** avec d'autres appareils électroniques*

Technologies filaires

- Il existe des idées qui **combinent PLC et RFID** avec pour cible d'utilisation les compteurs intelligents



Technologies filaires



- **Fibre optique**

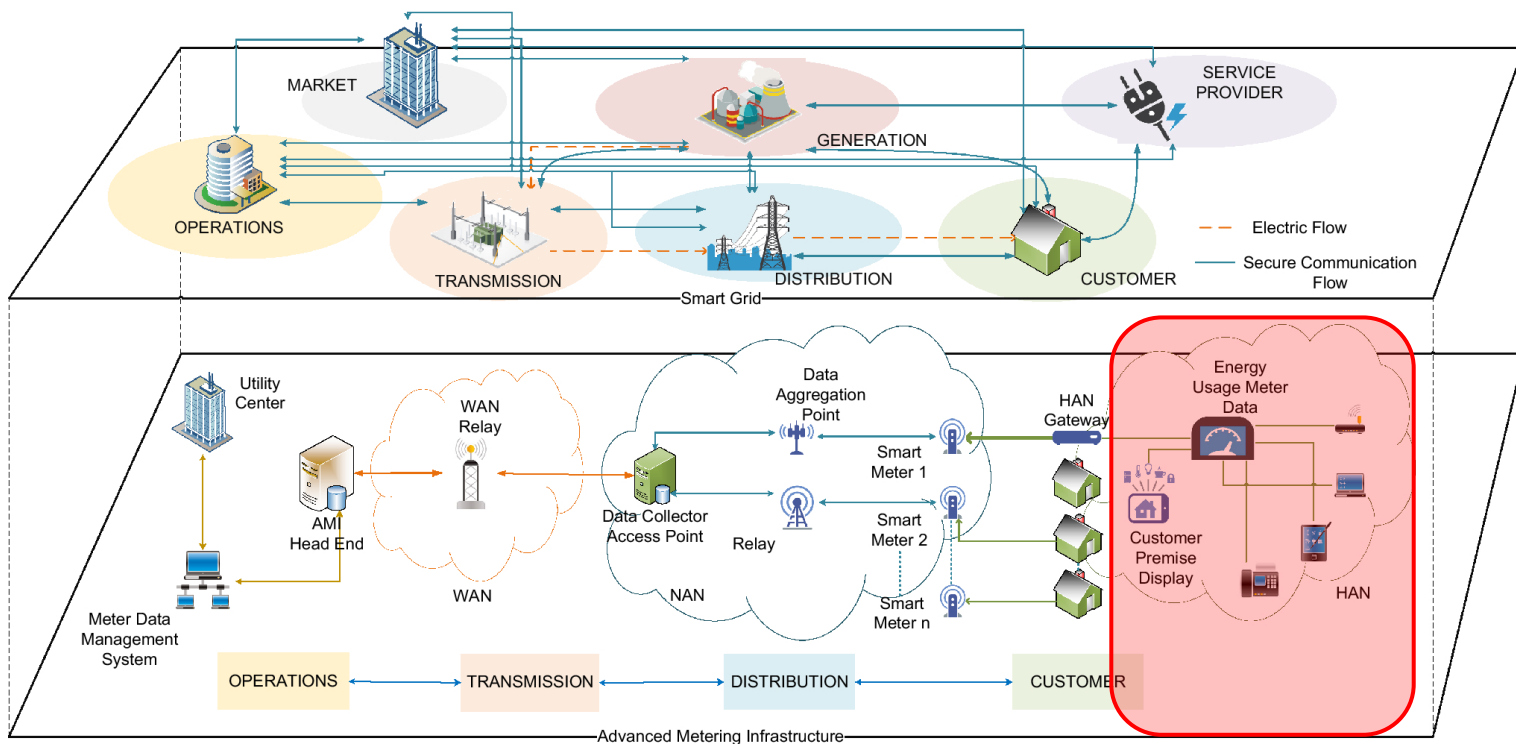
- Solution quasi-idéale pour le transport de données sur de longues distances
 - *Peut transporter des données à très haut débit (plusieurs Gbps)*
 - *Insensibilité aux perturbations électromagnétiques (interférences) car la fibre transporte un faisceau optique*
- Cependant, construire un réseau à base de fibre optique est **très très coûteux**

Communication layer

- Le développement des smart grids va inévitablement poser de nouveaux problèmes d'un point de vue télécommunications:
 - Pas encore de **standard de communication** pour les Smart Grids, Il est alors très difficile d'imaginer un réseau de communication adéquat
 - Sur **quelles bandes de fréquence** transmettre les informations sans fil (peu de ressources spectrales disponibles) ?
 - Devra-t-on faire **migrer des applications sans-fil** plus anciennes sur d'autres bandes de fréquence ? Les supprimer ?
 - Les transmissions WAN (sur de longues distances) nécessitera de **fortes puissances d'émission** → diffusion des informations contenues en dehors du territoire national ?
 - Comment faire cohabiter **plusieurs fournisseurs d'énergie** sur de tels réseaux ? Un réseau par fournisseur d'énergie ?
 - De quelle manière seront **régulés** ces réseaux ?
 - ...

Advanced Metering Infrastructures (AMI)

- L'une des clés de la réussite des smart grids repose sur **les moyens de faire circuler les informations** permettant d'optimiser le réseau électrique



Les compteurs intelligents

- Les compteurs intelligents ont pour objectif de **mesurer de manière détaillée et précise** la consommation
- Ces informations sont alors **transmises** sur le réseau intelligent pour être analysé dans le Smart Grid Management Center
- A terme, ces compteurs pourront:
 - *Permettre une connaissance en **temps réel** de la consommation*
 - *Repérer des consommations anormales*
 - *Repérer des coupures électriques*
 - *Repérer les postes à forte consommation dans une habitation*
- De très nombreux **projets de compteurs intelligents** sont déjà déployés ou émergent à travers le monde
- Actuellement, les compteurs font plutôt partie de la famille des **compteurs communicants**. Les possibilités et les fonctionnalités restent encore limitées

Les compteurs intelligents



Canada - Québec



France



Australie - Victoria



Italie



Irlande



Espagne

Les compteurs intelligents

- En France: Linky
 - Développé par ENEDIS
 - Mis en service à partir de 2015
 - Actuellement, environ **18 millions de foyers** équipés
 - Linky n'est pas à proprement parler un compteur intelligent. Il fait plutôt partie de la famille des **compteurs communicants**



Les compteurs intelligents

- En France: Linky
 - Mesures réalisées par le compteur

→ *Tension RMS*

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt}$$

→ *Intensité RMS*

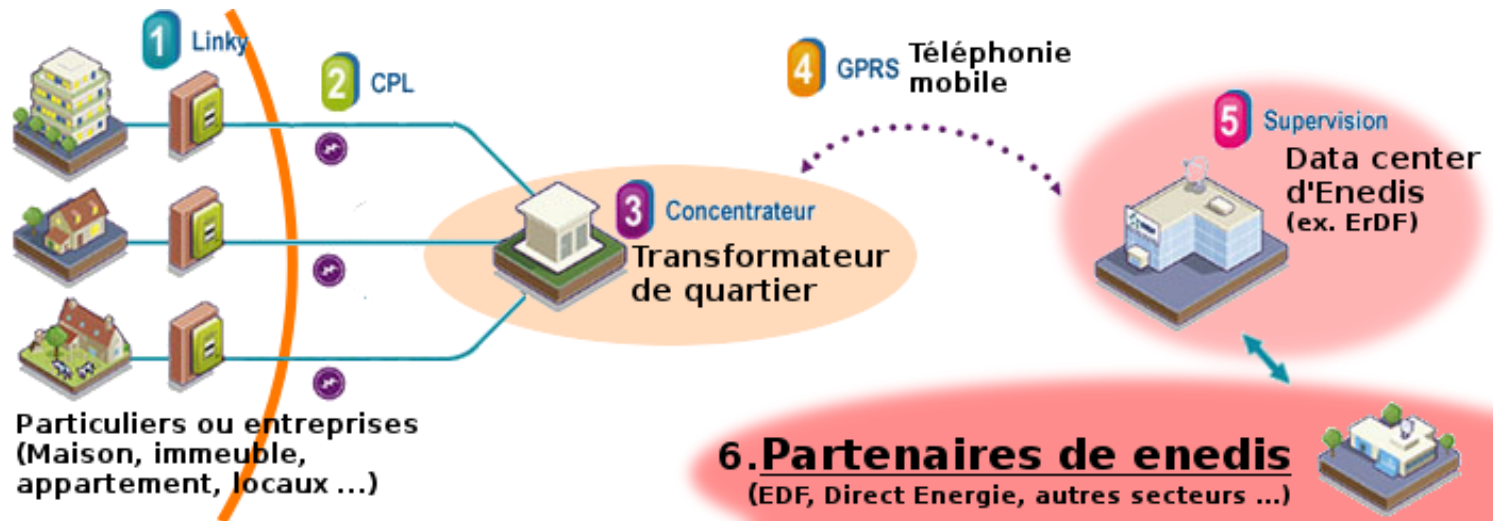
$$I_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} i^2(t) dt}$$

- Pour éviter des phénomènes transitoires, ces 2 valeurs sont calculées toutes les secondes

$$T = 1 \text{ s}$$

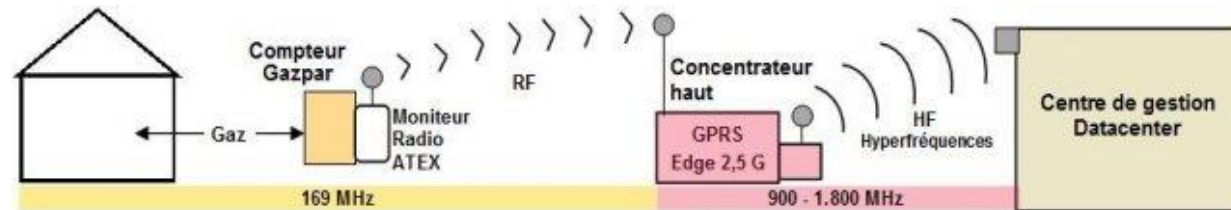
Les compteurs intelligents

- En France: Linky



Les compteurs intelligents

- En France, pour les foyers équipés du gaz de ville, GRDF a développé un **compteur communicant pour la consommation de gaz** (Gazpar)



Vers les compteurs intelligents

- Pour le moment, les **fonctionnalités sont limitées**
- A terme, les compteurs intelligents seront capables de faire :
 - De la **gestion à distance** (augmenter/baisser la puissance, coupure de courant, ...)
 - Proposer des **courbes de charge** – analyse de consommation
 - Gérer la **microproduction d'énergie** (Bâtiment à Energie Positive)
 - Permettre de **centraliser** les informations globales et particulières de consommation



Sécurité

- Au vue de la quantité d'information générée et de la criticité de certaines informations, **la sécurisation des informations** transmises sera un **challenge important** pour les Smart Grids



Enjeux de sécurité

- Les smart grids pourraient a terme être **aussi vastes que le réseau internet**
 - *Identification par une sorte d'IP*
 - *Gestion des clés de cryptage*
 - *Hétérogénéité des solutions de communication nécessite de l'interopérabilité*
- La sécurité passe aussi par la **sécurisation d'éléments à long cycle de vie**
 - *Contrairement au réseau informatique où le remplacement matériel est rapide, comment faire avec des éléments d'architecture ayant un cycle de vie de plusieurs dizaines d'années ?*
 - *Comment rendre intelligent quelque chose qui n'a pas été conçu comme tel ?*
- Le réseau électrique comporte une multitude d'éléments (compteurs, transformateurs, interrupteurs, ...), **chacun ayant sa propre vulnérabilité**
 - *Le réseau intelligent devra tenir compte de cela (self healing)*
 - *Intégrité du réseau*
 - *Sureté de fonctionnement*

Enjeux de sécurité

- Sécurité opérationnelle
 - La topologie du réseau est assez **complexe**
 - *La surveillance numérique seule ne sera pas suffisante*
 - *La présence **d'opérateur sur site sera nécessaire** pour vérifier le bon fonctionnement des infrastructures critiques*
 - Les smart grids seront capables de reconfigurer le réseau de manière automatique pour **contourner une défaillance** d'un élément de l'infrastructure
 - *La réparation restera humaine*
 - *La connaissance terrain de l'humain restera la meilleure des préventions*

Enjeux de sécurité

- L'explication du fonctionnement de ces réseaux devra-t-elle être **publique** (standard, norme) ou **secrète** (standard propriétaire) ?
 - *Standard publique: pas de confidentialité mais développements plus rapides et plus efficaces*
 - *Standard propriétaire: pas de divulgation mais payer le droit d'utilisation (brevets, ...)*
- Gestion de **l'interopérabilité** des systèmes
 - *Pour le moment, les solutions proposés reposent sur des solutions propriétaires*
 - *L'interaction entre des solutions concurrentes n'est pas du tout garantie*
 - *Nécessité de standardiser les smart grids avec les problématiques de sécurité associées*

Enjeux de sécurité

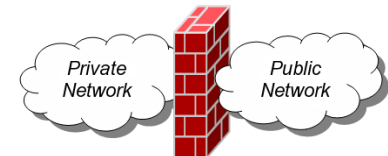
- Les smart grids donneront aux clients finaux **beaucoup plus de liberté** dans leur consommation
 - *Evolution en temps réel des prix*
 - *Contrôle de la consommation d'énergie, éventuellement à distance*
 - *Changement des paramètres de consommation*
- Cependant cela ouvre des possibilités de **fraude ou d'actions malveillantes**
 - *Accès à distance aux compteurs pour modifier les informations de consommation (fraude ...)*
 - *Remplacement physique malveillant d'un compteur par un compteur espion*
 - *Accès par un tiers aux données transitées sur le réseau: la consommation électrique peut permettre de savoir si le logement est occupé ou non, si les personnes sont en vacances, si les personnes possède de nombreux équipements électriques, une voiture électrique ...*
- Il se pose aussi la question de **la confidentialité** des données exploitées par le fournisseur d'énergie
 - *Combien de temps conserver ces informations ?*
 - *Quelle politique de confidentialité ?*

Enjeux de sécurité

- Pour prévenir certains problèmes de sécurité, des mécanismes sont d'ores et déjà imaginés
 - *Contrôle d'identification* des techniciens et des appareils intervenant sur le réseau
 - *Isolation, reconfiguration et confinement* du réseau ou d'une partie du réseau en cas de *cyber-attaque*
 - *Prévention des attaques par déni de service* (saturation d'un serveur par envoi d'une infinité de requêtes)
 - *Utilisation de réseau de capteurs et de corrélation* entre différentes informations pour éviter des *fausses alarmes* et des *faux positifs*

Enjeux de sécurité

- Sécurisation des **entrepôts de données** (data warehouses)
 - *Stockage des données de nombreux clients*
 - *Nouveau paradigme pour les fournisseurs d'énergie peu habitués avec ces pratiques*
 - *L'accès aux data warehouses est primordial et donc devra être le centre de l'attention en termes d'accès*
- Sécurisation des **infrastructures réseau**
 - *Accès physique surveillé*
 - *Accès physique réglementé (habilitation)*
 - *Interactions avec d'autres réseaux (réseaux télécoms, internet, ...) impliquent la mise en place de firewall adéquats*
- Sécurisation des **données**
 - *Données transmises encryptées*
 - *Sécurisation logicielle*



Interopérabilité

- Tout comme les réseaux internet, téléphone, télévision, téléphone ... **le remplacement d'un éléments du réseau par un autre** (d'un autre fournisseur) **doit être transparent**
- De nombreux **standards** existent pour les réseaux numériques
 - *Réseau courte portée:*
 - IEEE 802.11
 - IEEE 802.15.1
 - *Télévision:*
 - ETSI (Europe): DVB-T(2), DVB-S(2), DVB-H
 - USA: ATSC
 - Corée: T-DMB
 - *Téléphonie mobile*
 - GSM (2G)
 - GPRS (2,5G)
 - HSDPA (3G)
 - LTE (4G)
- L'intérêt est de **sécuriser les investissements** sur les réseaux et **faciliter leur maintenance**

Interopérabilité

- **Normes:**

- *Généralement flexibles pour permettre le développement de nouvelles fonctionnalités/options*

- *Parfois très détaillés (DVB)*

- *Parfois beaucoup moins (IRIG106)*

- *Sur les systèmes d'émission-réception, les normes sont très strictes sur la partie émission et très vagues sur les parties réception*

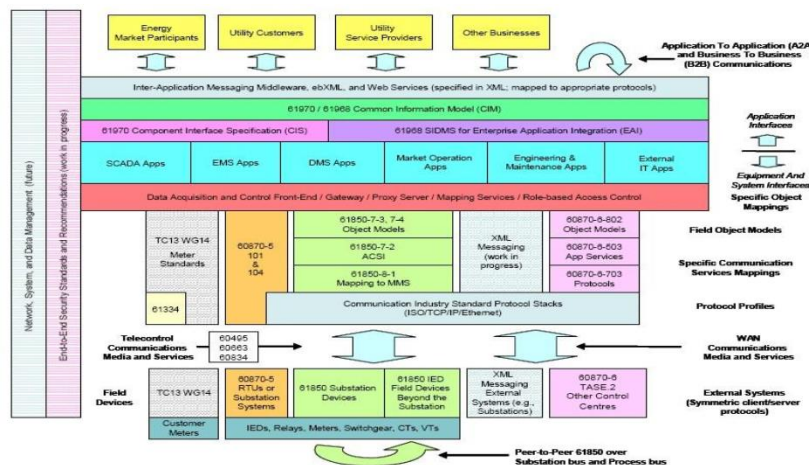
- Pour les fournisseurs d'émetteurs: se différencier de la concurrence sur le respect stricte de la norme

- Pour les fournisseurs de récepteurs: se différencier de la concurrence sur les performances, le prix et la gestion des options

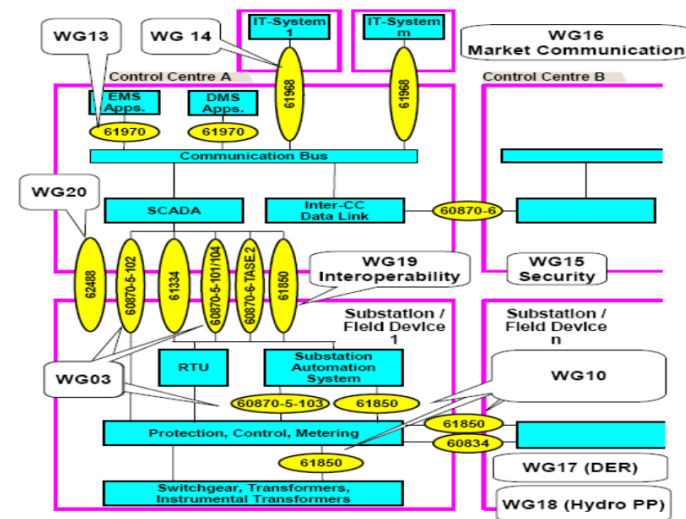
Interopérabilité

- Quelques acteurs sur la normalisation des Smart Grids

- IEC: **International Electrotechnical Commission**
 - ➔ Basée en Suisse
 - ➔ Normalisation dans le domaine de l'électricité et de l'électrotechnique
- IEC TC 57
 - ➔ Comité technique sur les Smart Grids
 - ➔ Proposition d'architecture
 - ➔ Proposition de standards pour chaque point du réseau



*Notes: 1) Solid colors correlate different parts of protocols within the architecture.
 2) Non-solid patterns represent areas that are future work, or work in progress, or related work provided by another IEC TC.



Interopérabilité

- Quelques acteurs sur la normalisation des Smart Grids



- **NIST: National Institute of Standards and Technologies**
→ *Organisme national américain*
- Organisme proposant une conception haut niveau des Smart Grids
- Assez peu de proposition concrète mais dispose d'un large consensus auprès du secteur de l'électrotechnique américain

Interopérabilité

- Quelques acteurs sur la normalisation des Smart Grids



- **IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers**

→ *Actuellement, développement d'une centaine de standards et de normes ayant une application plus ou moins proche du domaine des Smart Grids*

Interopérabilité

- Quelques acteurs sur la normalisation des Smart Grids



- **NERC: North american Electrical Reliability Corporation**

→ *Entité américaine travaillant sur les aspects sécurité des systèmes de production d'électricité*

→ *Entité travaillant sur le futur de ces systèmes et donc sur les smart grids*

Interopérabilité

- Quelques standards

Norme	Description
IEC 62056	Formatage des données pour la lecture des informations issues du compteur, pour la tarification et pour le contrôle de charge
IEC 60870-6	Formatage des messages entre différents centres de contrôle
IEC 61968/61970	Formatage des échanges d'information pour la gestion du réseau de distribution
IEC 62351	Définition d'information de sécurité pour la maintenance
IEEE 1547	Formatage des échanges entre réseau de distribution et centre de gestion
IEEE 1588	Synchronisation temporelle entre les différents équipements d'un réseau intelligent
ZigBee/HomePlug	Transmission de données au niveau HAN
NIST SP 800-53, SP 800-54	Standard de cyber-sécurité

Projets Smart Grids

- Il existe de nombreuses **ébauches de projets** sur le sujet des réseaux intelligents en France

<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=france-entiere>

→ *Environ 150 projets en cours*

→ *Applications diverses*

- Etude du comportement des consommateurs
 - Analyse des données énergétiques
 - Smart Grid & SNCF: réduction de la consommation électrique des trains
 - ...
- Beaucoup de projets en Europe et dans le monde

Conclusion

- Les Smart Grids sont actuellement dans une **phase d'expérimentation** et de **validation de concept**
- Il existe déjà **quelques réalités** (Linky) mais il reste encore beaucoup à faire avant que les smart grids deviennent réalité
- Il ne semble pas y avoir de véritable moteur ni de **consensus** autour de ce concept
 - *Nombreux acteurs de normalisation*
 - *Pas de réalité normative*
 - *Pas de véritable « proof of concept »*
- La réalité des smart grids ne viendra probablement pas des pays dit « développés »
 - *Réseaux relativement stables et fonctionnels*
 - *Peu de croissance de la demande dans le futur*
 - *Pas de moyens ni d'intérêt à investir massivement dans ce concept*
- Les 1ers smart grids viendront probablement de pays tels que l'Inde ou la Chine ...
 - *Réseaux encore peu fiables*
 - *Demande en très forte croissance*
- ... ou sera une réponse d'urgence à la raréfaction des ressources fossiles
 - *Très fort investissement et développement face à l'urgence*