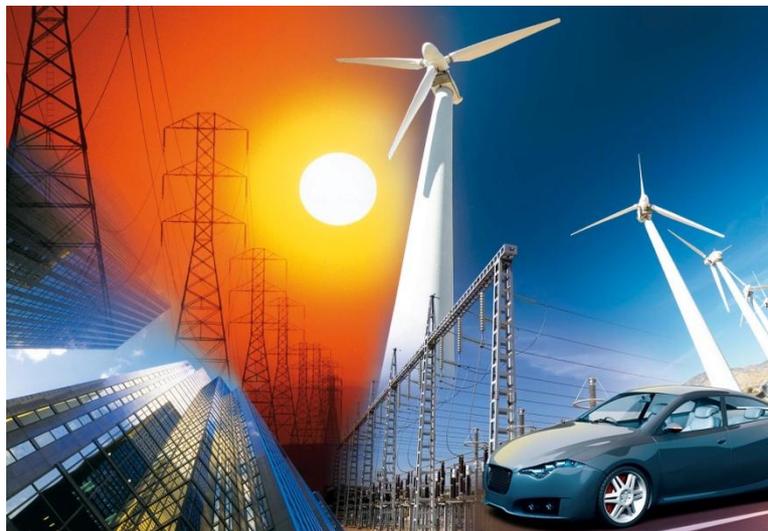




Livre blanc

Réseaux d'énergie intelligents (Smart Grids)



Déployer un réseau plus intelligent grâce à des solutions et services de câblage

(mars 2010)

CONTACTS PRESSE

Sabrina Bouvier
sabrina.bouvier@nexans.com
Tél. : + 33 1 73 23 84 12

Pascale Strubel
pascale.strubel@nexans.com
Tél. : + 33 1 73 23 85 28

Pour plus d'informations : www.nexans.com/energy

SOMMAIRE

- I. INTRODUCTION : L'AVÈNEMENT DES RÉSEAUX INTELLIGENTS (SMART GRIDS)**
- II. LES QUATRE FACTEURS DE CHANGEMENT**
- III. NEXANS : SOLUTIONS ET SERVICES EN FAVEUR DE L'ÉVOLUTION DES RÉSEAUX**
- IV. ANNEXES :**
 - **Quelques-unes des récentes réussites de Nexans**
 - **Sept définitions pour des réseaux (plus) intelligents (smart(er) grids)**

Résumé

Cette étude a pour but de fournir un aperçu contextuel de ce que sont des réseaux d'énergie « intelligents » et « plus intelligents ».

Elle rappelle tout d'abord un certain nombre de statistiques illustrant l'évolution des réseaux d'énergie, ainsi que les fortes pressions allant dans le sens d'un renouvellement des infrastructures, ainsi qu'une estimation des investissements prévus dans différents pays. L'étude examine aussi divers dilemmes auxquels les opérateurs énergétiques sont confrontés en matière de distribution, de transport et de production. Elle s'attache également à définir ce que signifie réellement un « réseau intelligent » et en étudie les avantages, non seulement pour les opérateurs, mais aussi pour les installateurs, les exploitants, les techniciens de maintenance et les consommateurs. Ce livre blanc expose ensuite les défis et les attentes des opérateurs. Enfin, il souligne l'importance de l'évolution des réseaux et détaille brièvement, étape par étape, les solutions et services spécifiques de Nexans, en concluant sur la dimension majeure des services.

L'étude est suivie d'une Annexe présentant certaines des récentes réussites de Nexans, ainsi que plusieurs définitions utiles en matière de réseaux intelligents, qui intéresseront tous ceux qui souhaitent confronter les points de vue de scientifiques, d'entreprises et d'organismes publics sur le sujet.

I. INTRODUCTION : L'AVÈNEMENT DES RÉSEAUX INTELLIGENTS (SMART GRIDS)

« Un réseau intelligent permettra un rétablissement plus rapide du service après des pannes, favorisera la mise en œuvre de nouvelles technologies, contribuera à la protection de l'environnement, facilitera le branchement de véhicules hybrides, réduira notre dépendance vis-à-vis du pétrole et aboutira à une tarification plus intelligente. »

Thomas Kuhn, Président-Directeur général, Edison Electric Institute

Quelques statistiques édifiantes

Nous en avons parcouru du chemin depuis qu'en 1882, Thomas Edison enveloppa des tiges de cuivre avec du jute et les plaça dans des tubes rigides remplis d'un composé bitumineux afin de distribuer de l'électricité à 59 habitants de New York et de leur fournir un éclairage électrique domestique tenu et instable.

A l'époque, la planète comptait 1,5 milliard d'habitants et seules quelques familles avaient l'électricité¹. D'ici à 2020, la population mondiale atteindra 7,5 milliards d'individus et la consommation aura augmenté de 75% (par rapport à 2000), répartie à égalité entre pays en développement et pays développés². Cela correspond à un accroissement de 37,5% tous les dix ans.

Outre le confort domestique et l'industrie, une nouvelle source de demande – les ordinateurs – met le réseau à rude épreuve. La consommation imputable aux technologies de semi-conducteurs et à la fabrication automatisée représente aujourd'hui 40% et cette charge devrait dépasser 60% en 2015³. Les automates industriels, Internet, la banque en ligne et les appareils électroniques grand public exigent toujours plus d'énergie.

Cette croissance exponentielle met la pression sur les réseaux d'énergie existants, qui deviennent de plus en plus vastes, interconnectés, internationaux... et vulnérables. Cette croissance nécessitera non seulement de construire de nouvelles lignes pour transporter et distribuer l'électricité produite, tant à partir de combustibles classiques que de sources d'énergie renouvelable, mais aussi d'intégrer un niveau supérieur de technologie dans le système afin d'en garantir l'efficacité, la fiabilité et la sécurité, la souplesse et le respect de l'environnement.

D'ores et déjà, des investissements massifs sont réalisés à tous les niveaux. En 2010, la Chine s'apprête à investir plus de 7,3 milliards de dollars (5,4 milliards d'euros) dans le développement de technologies de réseaux intelligents, tandis que les Etats-Unis ont budgété quelque 7,1 milliards de dollars (5,2 milliards d'euros). Parallèlement, les investissements annuels en Europe sont estimés à environ 5 milliards d'euros⁴.

¹ D'après un rapport des Nations Unies, datant de 2004.

² Chiffres tirés de « *Getting Smart* » de Thomas F. Garrity, Vice-président ventes et développement de Siemens Power, disponible sur https://w3.energy.siemens.com/cms/us/whatsnew/Documents/Getting%20Smart_Garrity.pdf

³ Chiffres du Ministère américain de l'énergie (DoE) cités dans « *2010 Power Quality Forecast: Are improvements on the horizon?* » par Utility Systems Technologies (UST) sur le site <http://www.ustpower.com/Files/Power%20Quality%20Forecast%20-%202010.pdf>

⁴ Chiffres communiqués par Gerson Lehrman Group sur <http://e360.yale.edu/content/digest.msp?id=2252>

Selon les estimations du plan stratégique européen pour les technologies énergétiques (SET), l'augmentation de capacité des interconnexions existantes et la construction de nouveaux super-réseaux afin de sécuriser l'approvisionnement de l'UE coûterait plus de 200 milliards d'euros d'ici à 2050.

La situation mondiale semble confirmer ces estimations lourdes pour les investissements dans les infrastructures régionales avec cette conclusion d'une étude sur une note optimiste :

Les opérateurs électriques devraient obtenir le meilleur retour sur investissement en adoptant les technologies de réseaux intelligents. Cela pourrait donc les conduire à investir davantage dans des projets d'infrastructures réseau, notamment dans l'augmentation des capacités de transport et l'automatisation des postes électriques et de la distribution.⁵

De profonds dilemmes

A l'image de nombreux réseaux urbains, les câbles électriques de la ville de New York sont vieux de plus de 50 ans (soit un âge bien supérieur à leur durée de vie prévue de 30 ans) et leur vieillissement est accentué sous l'effet des températures extrêmes, des vibrations, des infiltrations d'eau et de travaux de génie civil. Alors que la demande d'électricité croît de 2% par an, il est urgent de moderniser le réseau.

De même, à l'échelle supérieure, les réseaux régionaux et nationaux sont sous pression constante car ils n'ont jamais été conçus pour transporter de grandes quantités de courant entre des points éloignés, en particulier dans le cas de pics soudains de la demande. Il en résulte une série de coupures massives, des « *blackouts* » touchant des millions d'utilisateurs : 13 blackouts en 2005, 19 en 2006, 13 en 2007, 21 en 2008, 14 en 2009⁶. Les problèmes de qualité coûteraient aux entreprises américaines plus de 100 milliards de dollars (74 milliards d'euros) en moyenne chaque année⁷, une somme qui doit sans doute être du même ordre dans l'UE et les autres grandes régions économiques du monde.

Paradoxalement, les réseaux longue distance faiblissent au moment même où la science des matériaux permet d'allonger la distance maximale de transport, qui est aujourd'hui de 2500 km pour le courant alternatif et de plus de 7000 km pour les lignes de courant continu haute tension (CCHT). Grâce à ces progrès, les opérateurs peuvent franchir les continents, les océans et les fuseaux horaires, et compenser les variations diurne-nocturne et saisonnières de la demande.

En outre, au moyen de valves haute tension, il est désormais possible de transporter de l'électricité CCHT sur de longues distances avec de moindres pertes (typiquement de l'ordre de 3% par 1000 km). Il a ainsi été démontré qu'une liaison CCHT pourrait être posée entre le Maroc et Londres, soit une distance d'environ 2700 km, avec des pertes bien inférieures à 8%. Pour l'heure, à peine 2% de l'électricité est transportée par des lignes CCHT dans le cadre d'une centaine de projets à travers le monde, desservant des zones à forte demande⁸. Il existe donc un potentiel élevé dans ce domaine.

⁵ Consultez le site [http://www.ecoseed.org/en/general-green-news/green-business-news/green-business-news/5714-Gobal-smart-grid-investment-to-reach-\\$-w00-billion-by-2015](http://www.ecoseed.org/en/general-green-news/green-business-news/green-business-news/5714-Gobal-smart-grid-investment-to-reach-$-w00-billion-by-2015)

⁶ Pour plus de détails sur les *blackouts* survenus dans le monde depuis 1965, voir la page Wikipedia « Liste des pannes de courant importantes » : http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_pannes_de_courant_importantes

⁷ Voir « 2010 Power Quality Forecast: Are improvements on the horizon? » par UST (Utility Systems Technologies) : <http://www.ustpower.com/Files/Power%20Quality%20Forecast%20-%202010.pdf>.

⁸ Pour plus d'informations sur le transport longue distance, voir « *The future of electricity: liberalization, long distance transmission, HVDC and supergrids* » par Polly Higgins, publié par Claverton Energy Research Group :

Cela nous rapproche très étroitement du rêve de l'architecte de réseaux futuristes Buckminster Fuller qui, en 1969, dans son ouvrage visionnaire *Utopia or Oblivion* (« L'utopie ou le néant ») avançait que « *puisque l'énergie est une richesse, l'intégration des réseaux industriels mondiaux promet à terme un accès de l'humanité toute entière à un gouvernement planétaire.* »

Fuller avait notamment la vision d'un vaste réseau d'énergie international mutualisé qui rendrait obsolètes les guerres (découlant souvent de la lutte pour les ressources naturelles comme le pétrole et le gaz), car celui-ci créerait une nouvelle base de richesse, à savoir les kilowatts-heures :

« Ce réseau intercontinental, aujourd'hui réalisable, intégrerait l'Amérique, l'Asie et l'Europe, ainsi que les hémisphères diurne et nocturne, éclairé et sombre, de la planète Terre. Cela permettrait une utilisation 24 heures sur 24 de la capacité de production d'électricité actuellement exploitée à 50% du temps autour du globe, sachant que 50% des capacités inutilisées jusqu'ici ont été requises à seule fin de répondre aux pointes de charge pour des usagers locaux non interconnectés. Un tel réseau intercontinental intégré doublerait du jour au lendemain la capacité déjà installée et employée d'énergie électrique sur notre planète. »⁹

Dès à présent, de nouveaux efforts de coopération, tels que la Coopération transméditerranéenne pour l'énergie renouvelable (TREC), ont promu le concept DESERTEC consistant à construire des centrales solaires CSP (Concentrating Solar Power) au Sahara pour la production d'électricité propre et renouvelable¹⁰.



Par ailleurs, sous la récente présidence française de l'Union Européenne, une nouvelle instance de coopération, l'Union pour la Méditerranée (Umed), a été lancée officiellement en 2009. Celle-ci prévoit la construction d'un réseau CCHT, représentant un investissement de 45 milliards d'euros, pour l'acheminement, vers les consommateurs européens, de l'électricité produite par les installations solaires au Sahara et en Afrique du Nord.

Dans un autre domaine, Airtricity a formulé des propositions en vue d'interconnecter les parcs éoliens offshore à travers l'Europe via un réseau de transport haute tension sous-marin qui dessert la Baltique, la mer du Nord, la mer d'Irlande, la Manche, le Golfe de Gascogne et la Méditerranée, afin de compenser les fluctuations de l'énergie éolienne au sein de ce « super-réseau », dans la mesure où il y a toujours du vent qui souffle quelque part¹¹.

<http://www.claverton-energy.com/the-future-of-electricity-liberalisation-long-distance-transmission-hvdc-and-supergrids.html>

⁹ Extrait du télégramme adressé par Buckminster Fuller au sénateur Edmund Muskie en 1973. Les deux citations originales sont disponibles sur <http://www.geni.org/globalenergy/library/newsletters/1995/buckminster-fuller-on-the-global-energy-grid.shtml>

¹⁰ Voir <http://www.desertec.org/en/concept>

¹¹ Ces chiffres et résumés de projet proviennent là encore de « *The future of electricity: liberalization, long distance transmission, HVDC and supergrids* » par Polly Higgins, publié par Claverton Energy Research Group :



Ce qui nous amène au dilemme de la production énergétique, lequel peut se résumer en quelques mots. Chaque année voit apparaître son lot d'innovations pour la production d'électricité, qu'il s'agisse de la réinjection d'énergie dans le réseau local d'électricité, des piles à hydrogène alimentant les véhicules électriques, des panneaux solaires photovoltaïques posés sur les toits des habitations, de nouvelles techniques de production massive d'énergie électrique telles que les CSP ou encore, à terme, de la fusion nucléaire (projet ITER dans le sud de la France).

Le dilemme tient au fait que la production électrique progresse quatre fois plus vite que les infrastructures disponibles pour le transport et la distribution.

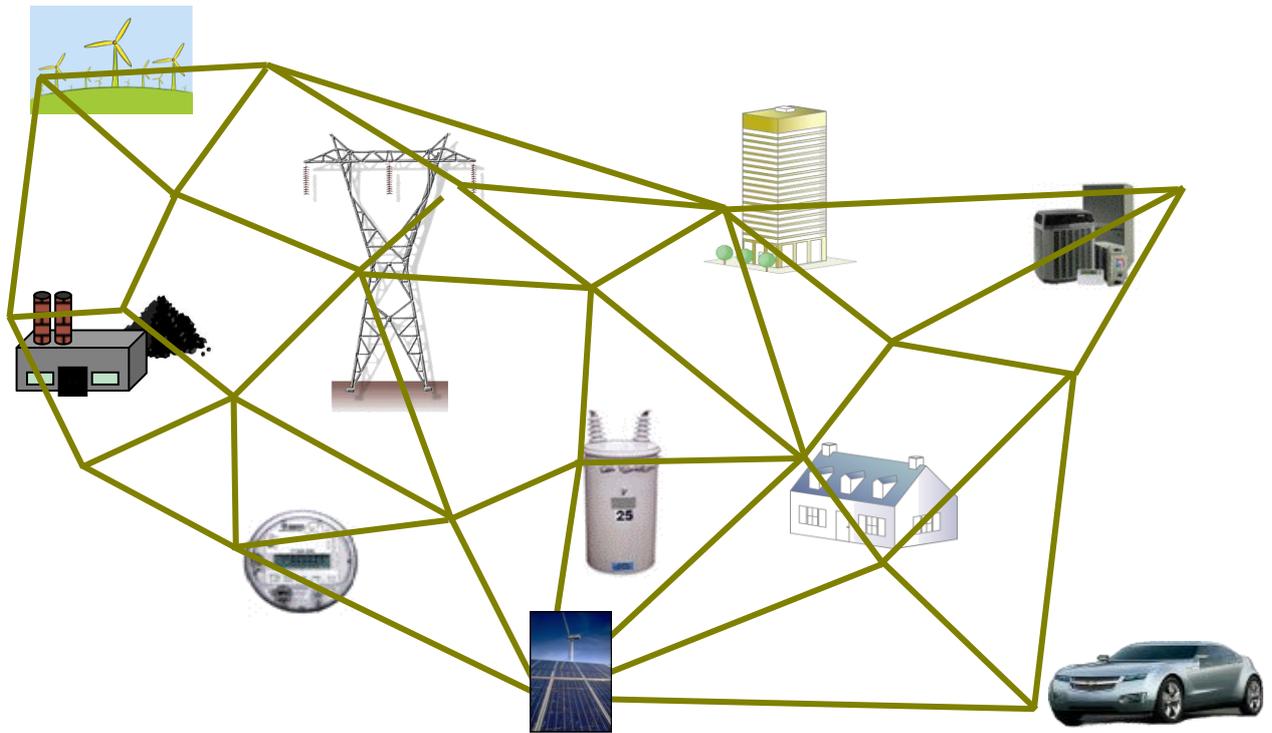
Pourquoi investir dans un accroissement de la production d'énergie, s'il n'est pas possible d'acheminer celle-ci jusqu'aux utilisateurs ?

Qu'est-ce qu'un réseau intelligent ?

Le présent livre blanc n'a pas vocation à entrer en détail dans la définition d'un réseau intelligent et l'explication de son fonctionnement. Il existe déjà pléthore d'informations sur le sujet dans un grand nombre de publications, d'ouvrages, d'études, de monographies scientifiques, de livres blancs, etc., imprimés ou disponibles sur Internet. L'objectif est plutôt de fournir un contexte au caractère inévitable de la création de réseaux plus intelligents et de montrer comment Nexans peut contribuer à cette évolution.

Même s'il n'existe aucune définition universelle d'un réseau intelligent (voir « Sept définitions », en annexe de ce livre blanc), une définition simple consiste à comparer le nouveau à l'ancien et à souligner l'évolution topologique qui sera nécessaire à la création d'un réseau « plus intelligent » :

<http://www.claverton-energy.com/the-future-of-electricity-liberalisation-long-distance-transmission-hvdc-and-supergrids.html>. Concernant le super-réseau offshore et solaire, voir aussi : <http://friendsofthesupergrid.eu>



Les mailles du réseau intelligent

Aujourd'hui, les réseaux d'énergie sont conçus en fonction de grandes centrales de production desservant des consommateurs via une infrastructure de transport et de distribution essentiellement à sens unique. Or, le réseau du futur sera nécessairement bidirectionnel, l'énergie étant produite par une multitude de petites sources distribuées – complémentaires des grandes centrales – et circulant au sein d'une structure maillée plutôt que hiérarchisée¹².

Cette vision décentralisée et bidirectionnelle du réseau a conduit maints commentateurs à le comparer à un « Internet de l'énergie ». De même, de nombreux experts s'accordent à penser que les réseaux intelligents ne se limitent pas à l'utilisation de compteurs intelligents à relevé automatique, qui ne constituent qu'une première étape.

Les communications sont appelées à jouer un rôle majeur dans les réseaux intelligents, en permettant les échanges bidirectionnels d'informations, ainsi que le suivi, la commande et la maintenance en temps réel. Les clients pourront interagir dans une large mesure avec le réseau, que ce soit en fournissant leurs relevés de consommation ou en y injectant l'énergie qu'ils auront eux-mêmes produite, le cas échéant. Les compteurs ne seront plus électromécaniques mais numériques, ce qui autorisera la tarification et le relevé de la consommation nette en temps réel. En outre, le mécanisme du marché des échanges énergétiques entre opérateurs et entre pays bénéficiera de communications plus performantes.

¹² Il s'agit en fait de la définition donnée dans le livre blanc d'ABB : « *Toward a smarter grid* » disponible sur [http://www02.abb.com/db/db0003/db002698.nsf/0/36cc9a21a024dc02c125761d0050b4fa/\\$file/Toward_a_smarter_grid_Jul+09.pdf](http://www02.abb.com/db/db0003/db002698.nsf/0/36cc9a21a024dc02c125761d0050b4fa/$file/Toward_a_smarter_grid_Jul+09.pdf)

Les tâches au quotidien ne porteront plus sur le contrôle manuel des équipements mais sur la télésurveillance et la maintenance prédictive planifiée. La production ne sera plus centralisée mais distribuée, exploitant souvent des sources d'énergie renouvelable provenant de mini-réseaux qui combineront, par exemple, des panneaux solaires, des éoliennes, des piles à combustible, etc.

La régulation des flux d'énergie sera entièrement automatisée, assortie d'une protection proactive. En d'autres termes, les pannes sont devancées. Les systèmes de surveillance et les capteurs seront omniprésents dans ce réseau plus intelligent. Enfin, le système sera autocorrecteur.

Pour parvenir à ce résultat, il faudra plus que des câbles : des technologies avancées de régulation et de gestion, de nouveaux types de services réseau, ainsi qu'une approche globale qui combine de nouvelles infrastructures de surveillance et de commande, intégrées aux réseaux de transport/distribution, avec des technologies de l'information et de la communication pour la régulation des charges.

Comme le souligne le livre blanc d'ABB « *Toward a smarter grid* » : « *Il en résultera un réseau largement automatisé, mettant une intelligence accrue au service de son exploitation, de sa surveillance et même de son autoréparation. Ce "réseau intelligent" sera plus souple, plus fiable et davantage en mesure de répondre aux besoins d'une économie numérique.* »¹³

Avantages

Les avantages pour les opérateurs de bâtir un réseau plus intelligent sont fonction de nombreux facteurs, notamment les infrastructures électriques existantes, la dynamique des charges, les besoins des clients et le cadre réglementaire. Toutefois, les retombées positives seront significatives en matière de satisfaction du client, de rendement énergétique, d'efficacité opérationnelle et d'environnement, à savoir :

- réduction de la présence sur site et des interventions sur le terrain ;
- possibilité de libre-service pour le client et réduction des demandes aux centres d'appels ;
- amélioration de la collecte des recettes ;
- réduction de la durée des pannes ;
- réduction des pertes énergétiques ;
- réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- optimisation du fonctionnement des transformateurs ;
- amélioration du fonctionnement du réseau ;
- réduction des coûts d'intégration et de maintenance informatique ;
- réduction directe de la demande de pointe grâce à la possibilité de couper certaines charges ;
- remplacement de l'inspection périodique des équipements par une maintenance conditionnelle ;
- rationalisation de l'élagage des arbres en fonction des conditions météorologiques ;
- report des investissements grâce à une optimisation des actifs existants¹⁴.

¹³ Ibid.

¹⁴ Ces avantages sont résumés à partir du document « *What is the real potential of the Smart Grid* ». Pour plus de détails, voir http://www.gepower.com/prod_serv/plants_td/en/downloads/real_potential_grid.pdf

Il existe un consensus parmi les experts. Plus généralement, les opérateurs se voient promettre une « amélioration quantique » des capacités de surveillance et de régulation qui leur permettra de rehausser le niveau de fiabilité de leurs réseaux, y compris face à une demande sans cesse croissante :

- Les opérateurs enregistreront une réduction des pertes au stade de la distribution, un report des investissements et une baisse des coûts de maintenance.
- Les consommateurs maîtriseront mieux les coûts de l'énergie, notamment en ayant la possibilité d'en produire eux-mêmes, tout en bénéficiant d'un approvisionnement énergétique plus fiable.
- L'environnement bénéficiera des réductions de la demande de pointe, de la multiplication des sources d'énergie renouvelable et de la baisse correspondante des rejets de CO₂ mais aussi de polluants tels que le mercure¹⁵.

Pour quantifier ces retombées en termes financiers, l'Electric Power Research Institute aux Etats-Unis estime qu'un investissement de 165 milliards de dollars (121 milliards d'euros) dans les technologies de réseaux intelligents, leur intégration et leur développement générera entre 638 milliards de dollars (467 milliards d'euros) et 802 milliards de dollars (588 milliards d'euros) de revenus supplémentaires.

Cela se traduit par un ratio coûts-bénéfices compris entre 4:1 et 5:1 pour ceux qui sont prêts à investir dans le changement.

¹⁵ Ces trois points proviennent du livre blanc d'ABB « *Toward a smarter grid* », déjà cité précédemment.

II. LES QUATRE FACTEURS DE CHANGEMENT

Défis et attentes

Les opérateurs historiques, les nouveaux fournisseurs d'énergie (y compris renouvelable), les transporteurs d'énergie, les courtiers en énergie et les consommateurs nous ont fait part des nombreux défis auxquels ils sont confrontés et des quatre principaux domaines où ils souhaiteraient voir des améliorations :

- **Efficacité**

Les fournisseurs énergétiques souhaitent transporter le maximum d'énergie possible, avec le minimum de pertes et de goulets d'étranglement. Ils doivent découvrir les points de congestion cachés dus au type et à la capacité des câbles, ou encore à l'architecture du réseau, et évaluer les risques potentiels, tels que les changements climatiques. Ils souhaitent connaître la quantité d'énergie consommée par leurs clients et à quel moment, région par région, mais aussi alimenter leur réseau à partir de sources d'énergie renouvelables à tous les niveaux, en améliorant la gestion de la charge, éventuellement grâce à une régulation dynamique.

- **Fiabilité et sécurité**

L'électricité doit être distribuée de manière fiable, c'est-à-dire sans interruptions, délestages, pannes en cascade ou blackouts, ni variations de fréquence ou fluctuations de qualité (pics ou chutes de tension). Les opérateurs souhaitent réduire le nombre des pannes matérielles et des coupures, ainsi que leur durée, de façon à protéger les zones enclavées ou faiblement peuplées. La sécurité implique de détecter rapidement toute surchauffe ou accumulation de givre pour éviter un affaissement des lignes aériennes sur des arbres et les coupures qui s'ensuivent. Le vol d'énergie peut également constituer un problème ; les interventions au niveau des postes doivent être mieux maîtrisées. Dans la mesure du possible, les situations anormales, de type surchauffe ou court-circuit, doivent pouvoir être détectées et corrigées de manière automatique.

- **Souplesse**

Lorsque la saturation du réseau entraîne des problèmes de distribution, les fournisseurs d'énergie souhaitent pouvoir rerouter, partager ou importer de l'électricité pour faire face aux variations de la demande. Cela suppose un suivi en continu, une supervision du réseau, ainsi que des outils de transmission plus intelligents permettant d'évaluer la situation et d'y réagir sans délai, en activant par exemple des microturbines à gaz ou en puisant dans l'énergie éolienne. Les données vitales des utilisateurs doivent être accessibles via une infrastructure de compteurs intelligents (AMI, *Advanced Metering Infrastructure*) et de fibres optiques à haut débit.

- **Respect de l'environnement**

Parce que les opérateurs et leurs clients sont sensibles aux questions environnementales, ils doivent obtenir la garantie que les lignes électriques enfouies ou aériennes sont sécurisées et engendrent un minimum de pertes, d'émissions de CO₂ et d'interférences électromagnétiques (IEM). Le réseau plus intelligent doit permettre l'interaction avec de multiples types de véhicules électriques, ainsi que la production et la consommation d'énergie propre au niveau du client. Lors de la modernisation des réseaux, les câbles obsolètes doivent être déposés sans dommages pour l'environnement urbain ou les habitats naturels, et les matériaux, recyclés de manière sûre et efficace.

III. NEXANS : SOLUTIONS ET SERVICES EN FAVEUR DE L'ÉVOLUTION DES RÉSEAUX

Relever les quatre défis

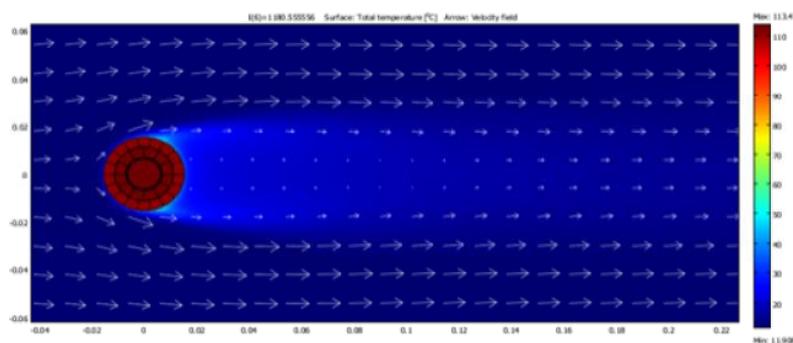
► Pour en améliorer l'**efficacité**, Nexans s'efforce de comprendre le réseau dans sa globalité grâce au profilage de charge afin de déterminer les solutions les plus appropriées comme, par exemple, des câbles de haute technologie capables d'intégrer la mesure de température. D'autres câbles spéciaux sont adaptés à la convergence énergétique et aux flux bidirectionnels pour l'exploitation de sources d'énergie renouvelable. C'est ainsi que le Groupe a récemment permis de réaliser la liaison énergétique sous-marine la plus longue au monde grâce au câble CCHT NorNed, qui relie sur 576 km la Norvège aux Pays-Bas. Au-delà de la fabrication de câbles, Nexans développe également des solutions qui permettront aux opérateurs électriques de proposer de nouveaux services à leurs propres clients, tel l'Internet haut débit.



Pose du câble CCHT

Câble CCHT

► Pour assurer **fiabilité et sécurité**, Nexans propose des services pour optimiser les réseaux immédiatement, par exemple la maintenance courante et le remplacement des câbles à huile. Les besoins du client sont étudiés dans des conditions réelles. La simulation permet d'établir la meilleure manière de surveiller la température en temps réel afin de mieux gérer le réseau ou les tronçons surchargés. Grâce à des logiciels évolués, il est possible de simuler la totalité de l'environnement de façon à préconiser les systèmes de surveillance appropriés ou encore des conducteurs perfectionnés offrant des solutions à faible flèche, haute température ou antiviol. En outre, une nouvelle solution pour lignes aériennes (conducteurs thermiques en aluminium à âme composite autorise des portées de 2,5 km, ce qui réduit le nombre de pylônes dans le paysage, ainsi que leur hauteur et leur coût lors du franchissement des cours d'eau. En cas de surcharge, ces conducteurs sont plus fiables et plus sûrs grâce à leur flèche réduite.



Simulation de température par MEF :
Ligne aérienne, distribution de température : vitesse du vent 0,5 m/s

► Pour répondre aux exigences de **souplesse**, les jonctions et accessoires de Nexans sont adaptés en fonction du type de câble et d'application, ce qui peut impliquer de mêler plusieurs technologies existantes (par exemple huile et XLPE) de sorte que tous les câbles n'aient pas à être remplacés à la fois. Les limiteurs de courant de défaut supraconducteurs permettent de réguler le flux d'énergie, sans danger ni pour les centrales ni les réseaux, tout en facilitant les échanges énergétiques transfrontaliers. La souplesse implique de trouver l'endroit le plus approprié pour l'installation des lignes, jonctions et autres équipements, puis de les gérer de manière intelligente au quotidien, et souvent en temps réel, au moyen de télécommunications avancées.

► Pour promouvoir le **respect de l'environnement**, Nexans a développé des solutions en faveur d'énergies durables (éolien, solaire photovoltaïque, nucléaire sécurisé). Le Groupe a été pionnier dans les installations protégées posées sur le fond marin, avec de nouveaux câbles qui éliminent les matériaux dangereux (plomb) et prennent en compte l'empreinte carbone. Ces solutions renforcent la sécurité tout en réduisant les pertes en kilowatts. Lorsque le moment est venu de moderniser ou remplacer les réseaux, Nexans propose un programme complet de recyclage et de valorisation des matériaux pour la protection de l'environnement.

Importance de l'évolution des réseaux

Nexans s'engage à faire évoluer les réseaux, nouveaux ou existants, qu'ils soient dotés de capacités de communication de base ou bien entièrement numérisés avec de la fibre optique.

A la différence des réseaux de télécommunications, le « saute-mouton technologique » n'est pas toujours possible dans le cas des réseaux d'énergie. Comme le remarquait vers la fin des années 60 Marshall McLuhan, théoricien de la communication et « saint patron » de la revue *Wired*, les sociétés non industrialisées ont parfois la formidable opportunité d'adopter les technologies les plus récentes et les plus efficaces en sautant les technologies intermédiaires. Un parfait exemple en est la prolifération actuelle des réseaux de téléphonie mobile de dernière génération sur le continent africain.

Toutefois, la plupart des pays à travers le monde disposent déjà d'une infrastructure énergétique de base et préféreraient éviter de la mettre au rebut au profit d'un réseau flambant neuf. De fait, cela serait irréalisable sinon impossible, en raison du coût élevé des droits de passage, des travaux de génie civil et des nouvelles lignes et nouveaux équipements, sans parler des interruptions prolongées de service qu'occasionnerait un remplacement du réseau.

En bref, l'évolution semble être la voie la plus sûre et la moins coûteuse vers le progrès, sauf dans des cas exceptionnels où l'éloignement ou l'absence des infrastructures pourrait justifier la construction d'un nouveau réseau énergétique de toutes pièces.

Cinq étapes progressives

C'est pourquoi les solutions et services de Nexans sont axés sur une évolution en cinq étapes, qui partent des bases pour progresser en complexité jusqu'aux toutes dernières technologies et applications.

L'étape 1 comprend l'ensemble des produits, solutions et services de base : câbles aériens/souterrains et sous-marins évolués, conception de liaisons (taille/type de câble), accessoires, solutions énergie/données, installation clés en main, maintenance courante, nouvelles technologies éoliennes/photovoltaïques, recyclage. En d'autres termes, tous les éléments fondamentaux indispensables au fonctionnement de tout réseau d'énergie.

L'étape 2 porte sur la simulation. Nexans simule tout ou partie d'un réseau, afin de montrer comment des améliorations peuvent permettre de réduire les pertes et de résorber les goulets d'étranglement. Différentes solutions sont ensuite confrontées et évaluées. Une analyse de cycle de vie met en évidence l'impact environnemental. Grâce à cette simulation, les opérateurs énergétiques peuvent mieux comprendre les contraintes de leurs réseaux.

L'étape 3 consiste à intégrer des capteurs aux lignes aériennes ou enfouies afin de mesurer la température et l'humidité et de surveiller la charge et la congestion du réseau 24 heures sur 24, autorisant ainsi une montée en charge en toute sécurité. Ces capteurs détectent également les pannes au niveau des postes électriques, sans inspection humaine préalable, ce qui accélère les réparations. Ils permettent de comprendre plus en profondeur le fonctionnement du réseau.

L'étape 4 concerne les communications. Le transport et la distribution sont optimisés par l'utilisation de commutateurs et de fibres optiques pour la commande et le contrôle en temps réel des postes (via Ethernet) et/ou de compteurs intelligents. Des câbles hybrides d'énergie et à fibre optique peuvent être soufflés dans les tubes existants jusqu'aux locaux des clients pour y amener un accès Internet. Ces communications n'auraient guère de sens sans les capteurs installés à l'étape précédente.

L'étape 5 recouvre des solutions de pointe assurant la sécurité du réseau en permanence, ainsi que la souplesse des échanges énergétiques et de la mutualisation de l'énergie. Les réseaux sont interconnectés via des limiteurs de courant de défaut et des importations/exportations de courant continu. Les supraconducteurs permettent de transporter un ampérage supérieur dans les zones urbaines denses. Ces solutions de haute technologie sont la garantie ultime de l'écodurabilité du réseau.

Vers un réseau plus intelligent, interactif et intégré

Etape 1 - Les bases

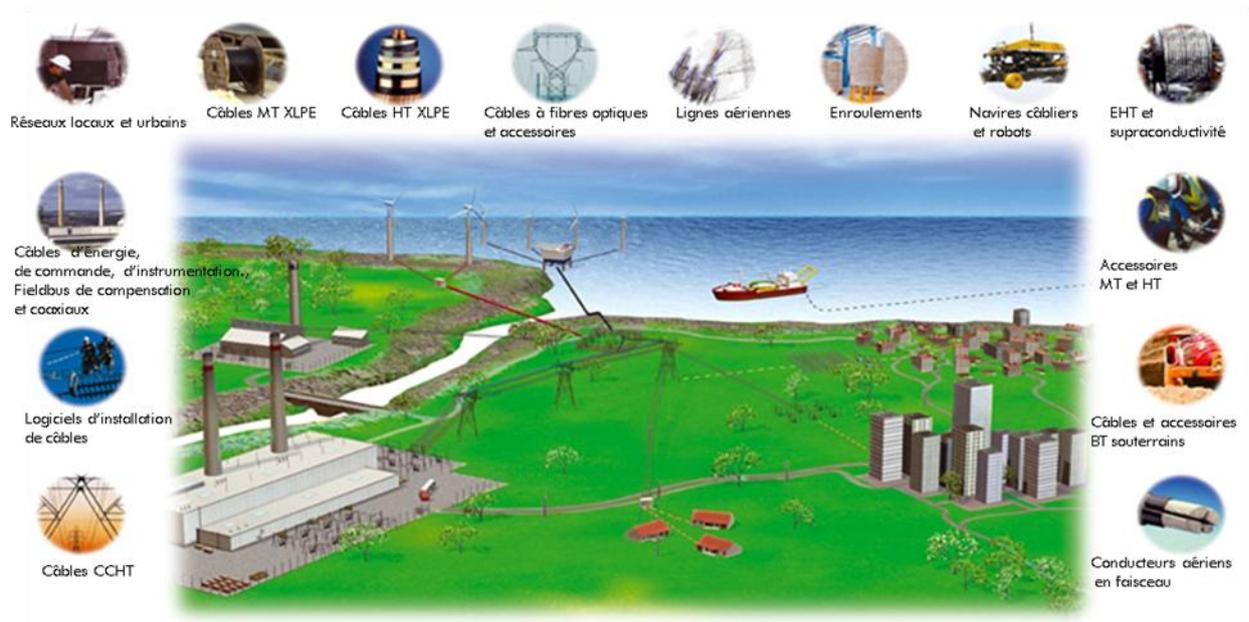
Afin d'assurer la souplesse opérationnelle des lignes aériennes, Nexans propose une gamme de conducteurs de haute capacité et d'accessoires pour les conditions climatiques les plus variées. Les câbles ACSS (conducteurs aluminium à âme acier renforcée) éliminent la flèche à très haute température (250°C).

Afin de lutter contre les importantes pertes énergétiques non opérationnelles subies par les réseaux (atteignant parfois 25 à 30%) et les surcharges dangereuses, Nexans a mis au point un câble basse tension concentrique en cuivre qui provoque un court-circuit lorsqu'il est transpercé par des pinces crocodiles. Une version économique en aluminium décourage les vols de cuivre et est déclinée en divers modèles, équipés de connecteurs froids.

Les câbles temporaires pour chantiers sont des câbles haute tension de remplacement utilisés pendant la maintenance, la réparation et la modification des lignes aériennes, transformateurs et postes. Ils constituent un « pont » provisoire ou une source d'alimentation d'urgence. Disponibles à l'achat ou en location, ils permettent de limiter les coupures et d'améliorer la disponibilité de l'ensemble de l'infrastructure réseau.

Nexans propose une solution de rééquipement qui réduit les travaux de génie civil, les coûts d'installation et le temps nécessaire à l'extension d'un réseau. Les conduits existants des câbles à huile sont réutilisés pour les câbles XLPE de nouvelle génération. Avec toute une gamme de câbles HT à sa disposition, un réseau de transport d'énergie peut poursuivre sa croissance avec souplesse en fonction des besoins réels et de manière durable.

Lorsqu'une réparation rapide est nécessaire, Nexans fournit des kits d'accessoires moyenne tension personnalisés pour plus de souplesse sur site. Ceux-ci contiennent tout l'équipement nécessaire, ainsi que des câbles préconnectés et précoupés permettant de réaliser des épissures et des connexions. Il en résulte une réduction de la durée des coupures, des risques d'erreur et des pannes à répétition.



Réseaux d'énergie : une offre complète de solutions

Nexans fournit une gamme complète de câbles WINDLINK® à la quasi-totalité des fabricants d'éoliennes à travers le monde et joue un rôle clé dans le développement de solutions d'infrastructure respectueuses de l'environnement, tant à terre qu'en mer.

Répondant au souhait des réseaux d'énergie de réduire leur impact sur l'environnement, Nexans a depuis longtemps commencé à éliminer le plomb de ses blindages et inaugure désormais un nouveau câble haute tension compact à blindage d'aluminium laminé soudé. Cela permet de stocker des longueurs bien plus importantes sur les tourets pendant la pose et de réduire le nombre de connexions et d'opérations de maintenance.

Pour la distribution, Nexans propose plusieurs solutions moyenne tension souterraines. Les câbles à enfouissement direct libèrent le paysage des lignes aériennes, tout en limitant au minimum la circulation de camions et les travaux de terrassement.

Etape 2 - Simulation

En cas de congestion d'un réseau, Nexans peut remplacer les câbles saturés par d'autres, de capacité supérieure. Par exemple, le remplacement de certains conducteurs ACSR par des modèles AAAC-Z atténue les risques de surcharge et peut réduire les pertes de plus de 20%. Dans certaines conditions, le remplacement de conducteurs aériens ACSR saturés par des câbles supraconducteurs souterrains de plus grande capacité peut même faire reculer les pertes de plus de 40%.

Etape 3 - Capteurs

Nexans fournit des systèmes de suivi dynamique pour les lignes aériennes de transport, ce qui permet, 95% du temps, d'accroître la charge jusqu'à 30%.

Nexans permet d'adapter la gestion de la charge au moyen de systèmes de suivi en temps réel de la température des câbles. Les systèmes DTS (capteurs thermiques distribués) emploient des fibres optiques intégrées à la gaine afin de déterminer les profils de température, de détecter les points de chaleur et de contrôler et surveiller la charge des câbles. Il est possible de mesurer la température par intervalles de 2 mètres sur une longueur de câble de 30 km.

Des accessoires intelligents en cours de développement fourniront prochainement des informations pour une surveillance continue du réseau.



Surveillance de la température en temps réel

Etape 4 - Communications

Pour combiner les réseaux d'énergie et de données, Nexans a développé des commutateurs Ethernet compacts i-Switch, spécialement conçus pour les fournisseurs d'énergie. Au sein d'un réseau intégré (incorporant de la fibre optique et des composants passifs), ces commutateurs comportent tous les mécanismes de sécurité : identification du client, authentification, accès, surveillance, commande à distance, suivi des transformateurs, relevé automatique des compteurs, etc.

Les câbles hybrides énergie/fibre optique procurent une capacité multifonction majeure pour une surveillance et un contrôle perfectionnés.

Etape 5 – Solutions de pointe

Des câbles CCHT, à huile ou XLPE, offrent une capacité élevée de transport d'énergie sur de plus longues distances, tant en terre que sous la mer.

Nexans a mis en service le premier limiteur de courant de défaut supraconducteur (SFCL) au monde installé dans une centrale électrique, afin de protéger contre les courts-circuits l'alimentation moyenne tension (12 kV) des machines de la centrale. Ce système peut abaisser un courant potentiel de court-circuit de 63 kA à moins de 30 kA immédiatement et à environ 7 kA en moins de 10 millisecondes, offrant ainsi une protection hors pair.



Limiteurs de courant de défaut supraconducteurs de Nexans en Allemagne

Leader mondial de la supraconductivité, Nexans a installé le premier câble supraconducteur haute tension au monde, d'une capacité bien supérieure à celle d'un câble enfoui classique. Non seulement le système autorise des liaisons électriques bidirectionnelles, mais il n'a aucun impact thermique ou électromagnétique sur l'environnement.

La dimension supplémentaire du service

Seul un fabricant actif de câbles et d'accessoires traditionnels à huile et de câbles XLPE de dernière génération est en mesure de fournir un support à vie, que ce soit sous la forme de modules individuels, adaptés à des besoins spécifiques, ou bien d'un service complet intégrant la maintenance prédictive, préventive et corrective, ainsi que les interventions d'urgence. Nexans assure la maintenance de réseaux d'énergie dans le monde entier.

Le Groupe s'attache à entretenir les compétences par des programmes de formation spécifiques destinés à ses clients. Ses Centres de formation haute tension, en Suisse, et Accessoires moyenne tension, en France, ont pour vocation de normaliser l'installation et la méthodologie, ainsi que de dispenser une formation théorique et élémentaire à tous ceux qui interviennent sur les systèmes de câble : monteurs, ingénieurs, personnel de maintenance, gestionnaires de réseau, etc.

Nexans a breveté une technique sécurisée pour vidanger l'huile des câbles, qui emploie un mélange écologique spécifique réduisant les résidus au minimum. Les câbles sont recyclés en tant que matières premières secondaires (cuivre, aluminium et plastiques) par la société Recycable (en propriété conjointe avec Sita). Un recyclage complet signifie que les matériaux sont souvent réincorporés dans d'autres produits.

Par une évaluation du cycle de vie, Nexans permet de comparer les différentes solutions pour un réseau donné et de déterminer la meilleure pour l'environnement. Grâce à cette méthode, il est possible de mesurer l'empreinte écologique d'un produit depuis l'extraction des matières premières jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par sa fabrication, sa distribution et son utilisation. C'est ainsi qu'une déclaration environnementale a permis à Iberdrola (Espagne) de choisir la solution optimale en toute confiance.



Evaluation du cycle de vie Nexans

Grâce à ses outils de simulation, Nexans peut reproduire virtuellement le réseau, les composants, les connexions et les câbles eux-mêmes, de façon à identifier les contraintes et les zones sensibles. Le Groupe propose ensuite des solutions et des suggestions, offrant souvent plusieurs choix, en fonction du coût, de l'installation et des performances. Ce service s'apparente de très près à la conception et à l'aménagement d'un réseau entièrement nouveau, mais constitue également un outil majeur de prise de décision pour les augmentations de capacité.

Inscrivant l'énergie au cœur de son développement et fort de solides antécédents dans les télécommunications, Nexans est idéalement placé pour fournir une gamme complète de câbles et solutions de câblage pour la production, le transport et la distribution de l'énergie. Le Groupe offre également les outils décisionnels, les moyens techniques de maintenance et les services nécessaires pour relever les défis des réseaux plus intelligents.

Quelques-unes des récentes réussites de Nexans

- Nexans a installé des systèmes de surveillance en temps réel de lignes aériennes de transport pour de nombreux clients, notamment Manitoba Hydro, Hydro Québec, et participe actuellement au Texas à des installations pour ONCOR dans le cadre de l'American Recovery & Reinvestment Act de 2009.
- Pour LIPA (Long Island Power Authority) à New York, Nexans a installé le premier câble supraconducteur haute tension au monde, d'une capacité bien supérieure à celle d'un câble enfoui classique, en utilisant un droit de passage existant.



LIPA : premier câble supraconducteur haute tension au monde

- Au Brésil, pour lutter contre le vol d'énergie, Eletropaulo a installé 120 km de nouveau câble antivol Nexans. Cinq diamètres différents ont été posés dans le cadre du projet social Paraisópolis à São Paulo.
- Des câbles sous-marins CCHT fournis par Nexans relient l'Irlande du Nord et l'Écosse, tandis qu'un autre câble franchit la Manche entre Calais et Douvres.
- Pour Vattenfall en Allemagne, Nexans a mis en service le premier limiteur de courant de défaut supraconducteur (SFCL) au monde installé dans une centrale électrique, afin de protéger contre les courts-circuits l'alimentation moyenne tension (12 kV) des concasseurs de la centrale au lignite. Ce système élimine un court-circuit en à peine 10 millisecondes.
- Dans le cadre de l'extension et du développement du réseau électrique de KAHRAMAA au Qatar en vue de faire face à la croissance rapide de la demande, Nexans a réalisé six lignes électriques souterraines destinées à renforcer et étendre le réseau haute tension desservant la capitale Doha. Ce projet majeur, clés en main, englobait la conception, le développement, la livraison et l'installation de 96 km de câbles monoconducteurs 66 kV et 132 kV, ainsi que des accessoires associés.
- Nexans a fourni des centaines de kilomètres de lignes aériennes de haute capacité (accessoires compris) à des réseaux de transport européens et nord-américains.

- L'expertise et les câbles WINDLINK® de Nexans ont joué un rôle significatif dans des projets tels que Horns Rev (Danemark), Sheringham Shoal (Grande-Bretagne) et Alpha Ventus (Allemagne).
- En France, RTE utilise abondamment les câbles haute tension à blindage d'aluminium laminé soudé de Nexans.

Sept définitions pour des réseaux (plus) intelligents

« Le réseau intelligent implique le passage à un réseau informatisé et fortement interconnecté entre les consommateurs et les fournisseurs d'électricité, englobant le transport, la distribution et la production. En termes simples, dans cette transformation, les réseaux d'énergie évoluent d'une infrastructure statique par conception vers une infrastructure dynamique grâce à une gestion proactive de l'approvisionnement et de la distribution. »

Extrait de l'article « Getting Smart » publié par Thomas F. Garrity
dans IEEE Power & Energy Magazine

https://w3.energy.siemens.com/cms/us/whatsnew/Documents/Getting%20Smart_Garrity.pdf

« Un réseau intelligent désigne un réseau de transport et de distribution d'électricité qui incorpore des éléments de génie énergétique traditionnels et innovants, des technologies évoluées de détection et de surveillance, ainsi que des capacités d'information et de communication en vue d'améliorer ses performances et de soutenir les autres processus métier de l'opérateur, en particulier les services aux clients. En règle générale, un réseau intelligent ne doit pas se définir par les technologies qu'il incorpore, mais plutôt par ce qu'il peut faire et fait pour les opérateurs et leurs clients. »

Ethan Cohen de UtiliPoint

Cité par Byron Flynn dans « What is the real potential of the Smart Grid »
AMRA International Symposium, 2007

http://www.gepower.com/prod_serv/plants_td/en/downloads/real_potential_grid.pdf

« La liste des critères d'un réseau intelligent dressée par ABB se concentre sur des caractéristiques générales plutôt que sur des fonctions spécifiques. Selon ce modèle, le réseau intelligent est :

- adaptatif, avec une moindre dépendance vis-à-vis des opérateurs, en particulier en faisant preuve de réactivité face au changement des conditions ;
- prédictif, pour l'application des données opérationnelles aux pratiques de maintenance des équipements, voire l'identification des pannes potentielles avant qu'elles ne surviennent ;
- intégré, avec des fonctions de communication et de régulation en temps réel ;
- interactif avec les clients et marchés ;
- optimisé pour un maximum de fiabilité, de disponibilité, d'efficacité et de performance économique ;
- sécurisé contre les attaques et les interruptions d'origine naturelle. »

Extrait de « Toward a smarter grid: ABB's Vision for the Power System of the Future »

[http://www02.abb.com/db/db0003/db002698.nsf/0/36cc9a21a024dc02c125761d0050b4fa/\\$file/Toward_a_smarter_grid_Jul+09.pdf](http://www02.abb.com/db/db0003/db002698.nsf/0/36cc9a21a024dc02c125761d0050b4fa/$file/Toward_a_smarter_grid_Jul+09.pdf)

« Le secteur de l'électricité s'apprête à passer d'un réseau centralisé, contrôlé par les producteurs, à un réseau moins centralisé et plus interactif avec les consommateurs. La transition vers un réseau plus intelligent promet de révolutionner l'ensemble du modèle économique du secteur ainsi que sa relation avec toutes les parties prenantes : opérateurs, instances de régulation, fournisseurs de services énergétiques, fournisseurs de technologies et d'automatismes, divers consommateurs d'énergie électrique. Un réseau plus intelligent rend possible cette transformation en apportant aux réseaux d'énergie la philosophie, les concepts et les technologies qui ont permis la création d'Internet. »

« The Smart Grid: an Introduction »

U.S. Department of Energy

http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/DOE_SG_Book_Single_Pages.pdf

« Les réseaux électriques du futur sont intelligents de plusieurs manières. D'abord, ils permettent au client de jouer un rôle actif dans l'approvisionnement en électricité. La gestion de la demande devient une source indirecte de production et les économies sont récompensées. Ensuite, le nouveau système offre davantage d'efficacité car des liaisons sont établies à travers l'Europe et au-delà afin d'exploiter les ressources disponibles et de favoriser des échanges énergétiques efficaces. Enfin, une réponse sera apportée aux préoccupations en matière d'environnement grâce à l'exploitation de sources d'énergie durables... Cette évolution va à l'encontre de celle des réseaux d'énergie depuis 50 ans. Les échanges d'informations se développent et les clients y prennent une part active. »

European SmartGrids Technology Platform (EC)

« Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future »

ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/smartgrids_en.pdf

« Les réseaux intelligents intègrent des capacités de traitement informatique et de communication bidirectionnelle aux infrastructures électriques existantes. Ils englobent tous les niveaux de la chaîne de valeur énergétique et ne se limitent pas aux compteurs intelligents... Ils font une utilisation intelligente des capteurs, de l'informatique embarquée et des communications numériques pour rendre le réseau électrique observable (capacité de mesure et de visualisation), contrôlable (capacité de manipulation et d'optimisation), automatisé (capacité d'adaptation et d'autocorrection) et entièrement intégré (interopérabilité totale avec les systèmes existants et capacité d'incorporer un éventail diversifié de sources énergétiques). »

« Accelerating Smart Grid Investments »

World Economic Forum

<http://www.weforum.org/pdf/SlimCity/SmartGrid2009.pdf>

« Un réseau intelligent est un réseau électrique qui interconnecte des sources décentralisées d'énergie renouvelable et la coproduction et distribue l'énergie avec une grande efficacité. Il exploite des ressources énergétiques distribuées et des technologies avancées de communication et de régulation pour acheminer l'électricité à moindre coût, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et en répondant aux besoins des consommateurs. Typiquement, des formes alternatives de production d'électricité sont combinées avec la gestion de l'énergie afin d'équilibrer la charge de tous les utilisateurs sur le réseau, avec des sources renouvelables de moindre envergure plutôt qu'une grande source centralisée et éloignée. »

« [r]enewables 24/7: infrastructure needed to save the climate »

EREC (Conseil européen pour les énergies renouvelables) et Greenpeace

<http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/renewables-24-7.pdf>