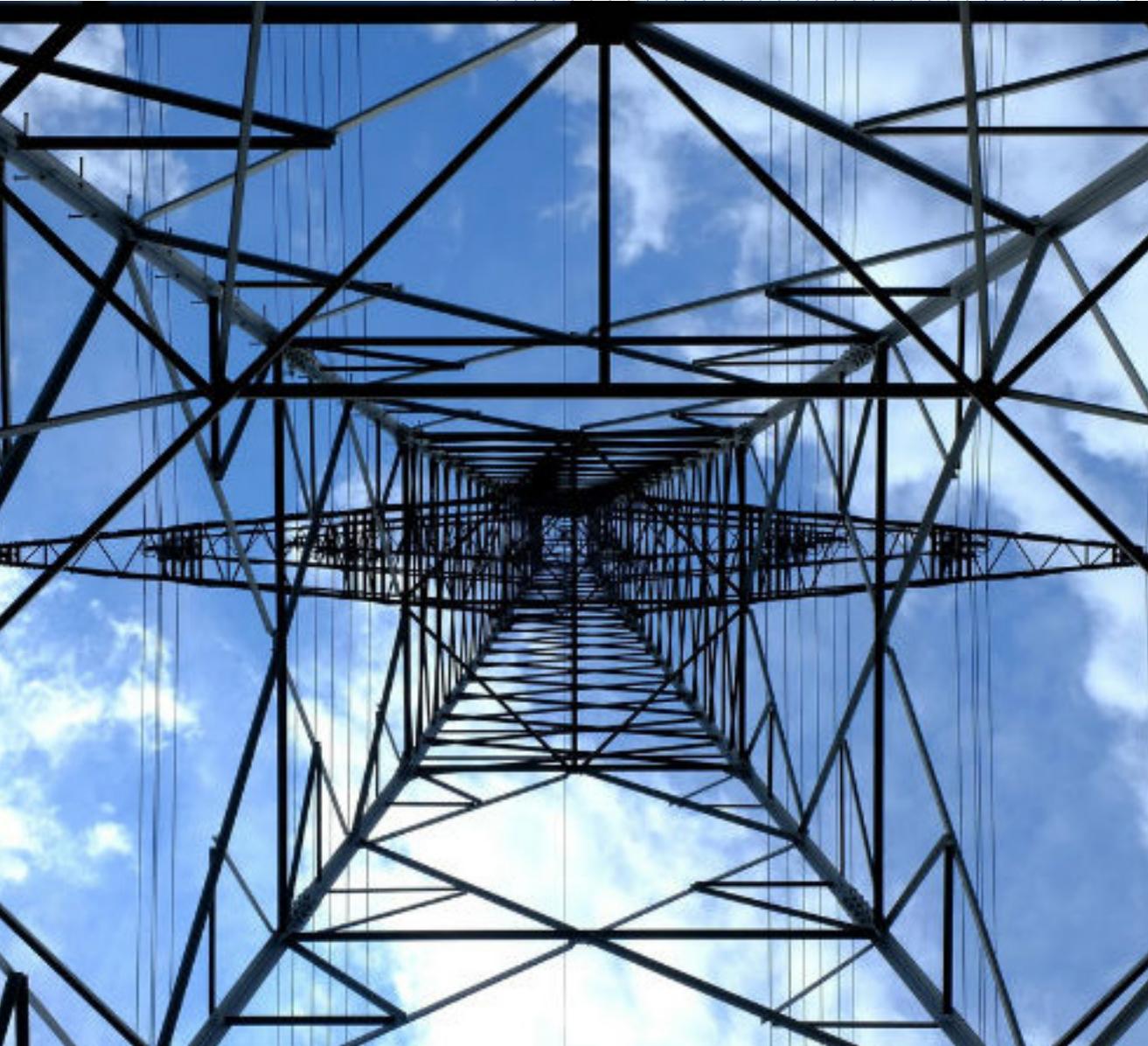




TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR



SMART GRIDS

OÙ EN EST-ON ?

juin / 2019

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
SMART GRIDS EN 2019	4
▪ LES SMART GRIDS ENTRE LABORATOIRE ET DÉPLOIEMENT À GRANDE ÉCHELLE	4
▪ ÉNERGIE : LA BLOCKCHAIN, SOLUTION MIRACLE ?	7
▪ DEUX EXEMPLES D'UTILISATION DE LA BLOCKCHAIN PORTÉS PAR UN FOURNISSEUR D'ÉNERGIE	10
POUR ALLER PLUS LOIN	12
▪ RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES : LA CIBLE DES HACKERS	12
▪ L'INDUSTRIE ÉNERGÉTIQUE FACE AUX CYBERATTAQUES	13
▪ LES SMART GRIDS CHANGENT D'ÉCHELLE	15
▪ L'ÉCO-QUARTIER DU FORT D'ISSY TIENT SES PROMESSES	17

INTRODUCTION

Les smart grids constituent un élément clé de la stratégie énergétique de l'Union européenne. Les projets de réseaux intelligents se sont développés rapidement. Aujourd'hui, près d'un millier d'expérimentations dans le seul domaine électrique sont en cours en Europe. La France tient haut sa place dans ces projets.

Cette multitude de projets de taille et de portée différentes s'explique par la complexité du sujet. Les **réseaux intelligents** recouvrent en effet à la fois les **compteurs communicants** – socle du déploiement d'un réseau intelligent et pour lesquels Bruxelles a demandé un déploiement à hauteur de 80% à l'ensemble des pays de l'Union à l'horizon 2020 – mais concernent aussi les infrastructures (capteurs, système de transferts de données et de commande, hardware, etc.), les logiciels dédiés (notamment de gestion des systèmes électriques et de gestion de l'énergie industrielle, et toutes les plates-formes de pilotage **smart grids***), les systèmes de contrôle énergétique des bâtiments et enfin les bornes de recharge des véhicules électriques et leur intégration à un réseau intelligent. Outils indispensables à la transition énergétique, ils doivent permettre l'introduction des énergies renouvelables, faciliter la flexibilité, grâce à un pilotage des consommations, de l'effacement et des solutions de stockage. Le tout en réduisant les pertes d'énergie et en optimisant la production ainsi que la consommation d'électricité. Sans oublier qu'en matière de transport, ils doivent également jouer un rôle de facilitateur en matière de mobilité électrique.

Au niveau de l'UE, c'est le centre de recherche commun européen, plus connu sous son appellation anglaise de JRC, qui collecte les projets de smart grids électriques. En 2017, il y avait 950 projets lancés en Europe (le JRC incluant des pays comme la Norvège ou la Suisse), représentant quelque 5 milliards d'euros d'investissement. Autre constat, la majorité des projets sont nationaux (66%), le solde étant composé de projets impliquant donc plusieurs pays. L'investissement moyen par projet est cependant plus conséquent au niveau multinational (7,5 millions d'euros en moyenne) alors que les projets au niveau national sont en moyenne évalués à 4,7 millions d'euros. Ainsi, le poids de l'investissement global dans les smart grids électriques est de 47% pour les projets multinationaux, alors qu'ils ne représentent que 34% des projets.

SMART GRIDS EN 2019

LES SMART GRIDS ENTRE LABORATOIRE ET DÉPLOIEMENT À GRANDE ÉCHELLE

Les smart grids, ou réseaux intelligents, constituent un élément clé de la stratégie énergétique de l'Union européenne, depuis plusieurs années. Les projets de smart grids se sont ainsi développés rapidement et près d'un millier d'expérimentations dans le seul domaine électrique sont en cours en Europe. La France tient haut sa place dans ces projets.

Cette multitude de projets de taille et de portée différentes s'explique par la complexité du sujet. Les **réseaux intelligents** recouvrent en effet à la fois les **compteurs communicants** – socle du déploiement d'un réseau intelligent et pour lesquels Bruxelles a demandé un déploiement à hauteur de 80% à l'ensemble des pays de l'Union à l'horizon 2020 – mais concernent aussi les infrastructures (capteurs, système de transferts de données et de commande, hardware, etc.), les logiciels dédiés (notamment de gestion des systèmes électriques et de gestion de l'énergie industrielle, et toutes les plates-formes de pilotage **smart grids***), les systèmes de contrôle énergétique des bâtiments et enfin les bornes de recharge des véhicules électriques et leur intégration à un réseau intelligent. Outils indispensables à la transition énergétique, ils doivent permettre l'introduction des énergies renouvelables, faciliter la flexibilité, grâce à un pilotage des consommations, de l'effacement et des solutions de stockage. Le tout en réduisant les pertes d'énergie et en optimisant la production ainsi que la consommation d'électricité. Sans oublier qu'en matière de transport, ils doivent également jouer un rôle de facilitateur en matière de mobilité électrique.

Au niveau de l'UE, c'est le centre de recherche commun européen, plus connu sous son appellation anglaise de JRC, qui collecte les projets de smart grids électriques.

En 2017, il y avait 950 projets lancés en Europe (le JRC incluant des pays comme la Norvège ou la Suisse), représentant quelque 5 milliards d'euros d'investissement. Autre constat, la majorité des projets sont nationaux (66%), le solde étant composé de projets impliquant donc plusieurs pays. L'investissement moyen par projet est cependant plus conséquent au niveau multinational (7,5 millions d'euros en moyenne) alors que les projets au niveau national sont en moyenne évalués à 4,7 millions d'euros. Ainsi, le poids de l'investissement global dans les smart grids électriques est de 47% pour les projets multinationaux, alors qu'ils ne représentent que 34% des projets.

Par ailleurs, dix pays, dont la France et l'Allemagne (qui arrive largement en tête) sont au-dessus de la moyenne européenne (85 projets par pays). Dans la majorité des pays, les développements smart grids sont en majorité à l'état de R&D (57%), contre 43% pour les projets de démonstrateurs. Ces derniers impliquent en moyenne 9 millions d'euros d'investissement, contre 3,3 millions d'euros en moyenne par projet pour la dépense de R&D. A noter : la France se distingue dans cette dernière catégorie, puisqu'elle dispose de plus de démonstrateurs que de projet R&D.

Enfin, dernier constat qui peut être fait à partir des données du JRC, la grande vague de lancement des projets en Europe s'établit autour de 2012-2013. Depuis, il y a un reflux des projets, le déploiement à une échelle commerciale ou au moins vers des démonstrateurs de grande taille prenant le pas sur la R&D et la démonstration à échelle locale.

La France avance

En France, la loi de transition énergétique pour une croissance verte de 2015 a donné un sérieux coup de pouce au développement d'expérimentation dans les territoires. Les initiatives se sont multipliées dans le secteur des smart cities et des smart buildings avec la montée en puissance des objets connectés. Enedis, le distributeur d'électricité majoritaire (95% du territoire), est engagé dans pas moins d'une vingtaine de projets, dont certains visent d'ores et déjà à un large déploiement, tels Smile, en Bretagne/Pays de Loire, You&Grid, dans les Hauts-de-France, ou Flexgrid, qui a pris le relais d'Interflex, en région SUD (PACA). Brique de base des smart grids, le compteur communicant a d'ores et déjà été déployé par Enedis dans 19 millions de foyers, l'objectif étant d'atteindre les 35 millions de clients à fin 2021.

Le JRC estime à 38 le nombre de projets en cours en France au niveau purement national, mais ce sont près de 150 projets dans le pays qui sont impliqués un niveau européen.

Des vitrines industrielles des savoir-faire français

Comme le rapporte Enedis, Smile, Flexgrid et You&Grid sont trois projets phares sélectionnés par les ministres de l'Énergie et de l'Industrie dans le cadre du plan Réseaux Électriques Intelligents (REI). Ils s'inscrivent dans la dynamique de la Nouvelle France Industrielle. Flexgrid et Smile ont été désignés comme vitrines des smart grids pour la filière. Comme distributeur, Enedis est impliqué très largement dans ces trois projets.

Avec Smile (SMart Ideas to Link Energies), les régions Bretagne et Pays de la Loire ont lancé le déploiement d'un grand « réseau électrique intelligent » entre 2017 et 2020 sur quatre départements (Loire-Atlantique, Vendée, Morbihan, Ille-et-Vilaine) et les îles du Finistère (Ouessant, Sein et Molène). L'enjeu est de déployer, d'ici à 2020, les services et technologies matures permettant de construire un réseau intelligent à grande échelle. L'investissement total atteint les 220 millions d'euros, dont 55% environ proviendront de fonds privés. Enedis consacra 21 millions d'euros à la numérisation des réseaux et accompagnera

des projets locaux sur les questions de villes et territoires intelligents. Au-delà de rendre intelligents les équipements du réseau, il s'agit aussi d'intégrer rapidement près de 300 projets d'énergies renouvelables.

You&Grid vise le déploiement, d'ici 2020, d'un ensemble de services et de technologies matures en termes de réseaux électriques intelligents, en réponse aux enjeux énergétiques du territoire. Aujourd'hui, plus d'une dizaine de projets sont labellisés, certains financés par l'Ademe ou les fonds européens, d'autres par des investissements privés. Ces projets sont portés par la région Hauts-de-France et la Métropole Européenne de Lille (MEL). Ils peuvent concerner autant la lutte contre la précarité énergétique, que favoriser l'autoconsommation individuelle, ou encore la valorisation du potentiel local.

Avec Flexgrid, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a l'ambition d'être la première Smart Région d'Europe. Flexgrid mobilise toutes les ressources du territoire engagées dans la transition énergétique, et concentre plus de 150 millions d'euros d'investissements publics et privés. Plus de 60 projets de territoires sont agrégés pour répondre à des spécificités régionales en matière d'énergie qui poussent pour la mise en œuvre d'actions en faveur des économies d'énergies et des réseaux électriques intelligents. La région SUD connaît en effet une croissance forte de la production d'énergies renouvelables, surtout d'origine photovoltaïque. De même, les bornes de recharge pour véhicules électriques se développent à un rythme soutenu.

Grâce à ces démonstrateurs à grande échelle, Enedis passe d'ores et déjà à la phase d'industrialisation des smart grids.

() Définition de l'Ademe : systèmes énergétiques capables d'intégrer, de prévoir et d'inciter efficacement et de manière intelligente les actions et comportements des différents utilisateurs, consommateurs et producteurs (industriels, tertiaires et résidentiels) qui y sont raccordés, et ce afin de maintenir une fourniture d'énergie efficace, durable, économique et sécurisée.*

12/06/2019

ÉNERGIE : LA BLOCKCHAIN, SOLUTION MIRACLE ?

La technologie Blockchain s'est invitée dans le paysage énergétique en moins de deux ans. Technologie présentée comme « disruptive » (sic !), elle est supposée annoncer une transformation radicale du système énergétique. Revue de détails.

Entre 2016, date du lancement du désormais célèbre micro-grid de Brooklyn, et 2018, des dizaines de projets-pilotes et « preuves de concept » de Blockchain ont fleuri, portés par des start-up, mais aussi par de grands énergéticiens en pleine numérisation de leurs activités.

La technologie Blockchain (chaîne de blocs) repose sur une organisation différente d'une base de données. En gros, les informations (données), les opérations (échange de blocs de données) ne sont pas centralisées dans un serveur détenu par un acteur, mais partagés par l'ensemble des utilisateurs du système, qu'ils se connaissent ou pas. Pour les tenants de la technologie, c'est le gage d'une parfaite transparence, d'un système sécurisé (tous les blocs étant reliés entre eux dans un ordre bien précis, il est difficile de frauder) et décentralisé, qui à terme, doit réduire les coûts globaux du système.

Développée et popularisée à l'origine par la crypto-monnaie Bitcoin, la technologie s'est invitée dans le domaine énergétique via la mise en œuvre des smart grids, notamment des instruments de comptage dits « intelligents » (pour faire court, le Linky en France).

Que permet la Blockchain ?

En matière énergétique, la technologie permet donc d'abord de gérer des données. Ainsi, une Blockchain énergie va stocker de manière distribuée et sécurisée des transactions énergétiques enregistrées et validées sur tous les ordinateurs qui font partie d'un micro-réseau. Ensuite, elle peut permettre d'archiver en temps réel les consommations, via

un monitoring fondé sur les compteurs et capteurs ainsi que l'échange des données entre les acteurs du système ; un moyen pour des collectifs (bailleurs locatifs par exemple) ou des collectivités de disposer d'un état des lieux des points de consommation et donc des « déviations » potentielles. En outre, la Blockchain peut permettre de certifier l'origine du type d'énergie, comme des garanties d'origine. Cela valide la traçabilité de plus en plus réclamée par les consommateurs (en clair, ils veulent du courant « vert »). Si transaction et donc parfois « smart contracts » il y a, la technologie permet aussi de payer les factures, directement, ou par le biais de crypto-monnaies (Bitcoin, Ether, etc.), facilitant ainsi un paiement en temps réel. Enfin, la Blockchain pourrait aussi permettre de connaître à chaque instant ce qui est produit, vendu, ou acheté. Un ensemble de potentialités qui conduisent à faire de cette technologie un sérieux candidat pour répondre aux boucles locales, sur lesquelles est consommée et échangée localement l'électricité.

Au cœur de cette migration de la Blockchain vers l'énergie, existe en effet la volonté de certains consommateurs d'être actifs, de devenir des consom'acteurs, capables de vendre ou d'acheter leur électricité directement chez leurs voisins dotés de moyens de production (panneaux solaires en général), formant ainsi des boucles locales.

Avant d'aller plus avant, un petit rappel s'impose cependant. En l'état de l'art de la « science » électrique, l'électricité s'échange via des lignes et, jusqu'à preuve du contraire, la très grande majorité des consom'acteurs dans le monde est reliée à un réseau de distribution, lequel permet justement d'échanger l'électricité d'un point à un autre.

Le graal de l'autoconsommation collective ?

Pas étonnant, avec ces potentialités, que la Blockchain ait été présentée dans l'énergie comme le graal de l'autocon-

sommation collective. Le Brooklyn Microgrid Project, initié en 2012 mais devenu réalité en 2016, en est non seulement le précurseur, mais le modèle. Fondé sur quelques particuliers dotés de panneaux photovoltaïques et de stockage, désireux de se passer de fournisseurs d'électricité, le projet a franchi un pas avec l'introduction d'une Blockchain pour gérer le système (tout le monde ne se transforme pas en énergéticien et gestionnaire de réseau en une nuit !). Lo3 Energy, spécialiste d'énergie solaire, et ConsenSys, spécialisée dans le blockchain Ethereum, se sont unis, en 2016, au sein de Transactive Grid, pour appliquer la Blockchain à la gestion des échanges de surplus d'électricité. Objectif : gérer les flux énergétiques, de leur entrée à la leur sortie du réseau, tout en conservant l'historique de l'énergie produite et des transactions qui en découlent, via une plateforme basée sur Ethereum, un protocole de Blockchain distinct de Bitcoin. Démarré avec quatre consom'acteurs, le projet dispose désormais de quelque 300 logements et PME et de plus de 50 sites de production quasiment tous solaires. Il n'en fallait pas moins pour que se lancent, partout dans le monde, de multiples projets.

En France aussi

Plusieurs expérimentations d'autoconsommation collectives fondées sur la technologie Blockchain sont en cours, notamment depuis la publication du décret d'avril 2017 favorisant cette autoconsommation collective.

Le premier projet français a été lancé par Bouygues Immobilier, dans le cadre du nouvel éco-quartier Confluences, à Lyon. Bouygues Immobilier a recours à la Blockchain pour faire le suivi de la répartition de l'énergie produite par des panneaux photovoltaïques installés en toiture d'immeubles et consommée localement par ses habitants. Le groupe s'appuie sur l'expertise des start-up Energisme et Stratum. A noter que ce démonstrateur se fonde également sur l'implantation à Lyon des compteurs communicants Linky, déployés par le gestionnaire du réseau de distribution Enedis.

Dans les Pyrénées Orientales, un lauréat d'un appel à projets de l'Ademe a, lui aussi, démarré en 2017. Piloté

par Sunchain, spin-off du bureau d'études Tecsol, ce projet expérimente l'utilisation de la Blockchain dans le cadre d'un projet d'autoconsommation collective d'électricité à Premian, au nord-ouest de Béziers, dans l'Hérault. Raccordé depuis décembre 2018, il lie une centrale photovoltaïque de 28 kW qui alimente six consommateurs publics (mairie, bureau de poste...) et privés (logements, boulangerie). Il s'appuie sur Hyperledger, une plate-forme privée de développement de la Blockchain portée par la fondation Linux. Ici encore, Enedis est associé à ce démonstrateur. Le système d'information d'Enedis permet en effet de connecter directement à la Blockchain et de collecter pour chaque consommateur la part d'électricité provenant de la production locale et de son fournisseur d'électricité (pour la facturation et l'équilibrage), ainsi qu'un éventuel surplus de production locale.

Au-delà de l'autoconsommation

Si les grands énergéticiens regardent attentivement la technologie Blockchain, c'est aussi parce qu'elle pourrait permettre d'optimiser le système. Les gestionnaires de réseaux sont en effet particulièrement sollicités à l'aune de l'introduction de multiples sources de productions décentralisées et... variables. Les gestionnaires étudient ainsi comment la Blockchain pourrait être utilisée pour enregistrer la disponibilité des sources en temps réel et automatiser les réponses adéquates (notamment via des batteries) afin de garantir la sécurité d'approvisionnement. De plus, la technologie pourrait permettre, comme certains s'y emploient, de mettre en relation directement consommateurs et producteurs, sans passer par un intermédiaire (fournisseur). C'est par exemple ce que développe, en Allemagne, le start-up Lition, qui mise sur l'engouement outre-Rhin des consommateurs pour l'électricité verte. L'électromobilité est également une cible de choix pour la Blockchain, en facilitant la facturation au moment de la recharge d'un véhicule, quel que soit le point de charge choisi. Votre fournisseur d'électricité identifié via une carte ou un smartphone pourrait ainsi, par exemple, ajouter votre charge à la facture.

Enfin, la technologie ayant été mise en œuvre au départ pour recréer un système financier (la monnaie, c'est de la

finance !), les marchés, et notamment le trading s'intéresse beaucoup à cette technologie. Comme les grands énergéticiens sont sur ces marchés de gros de l'énergie, ils s'y mettent aussi. L'ENEL italienne et l'allemand RWE ont ainsi lancé une initiative en ce sens, Enerchain.

Encore du chemin à parcourir

Après un premier rapport particulièrement sceptique sur la déployabilité rapide du concept dans le secteur électrique, en mai 2018, Eurelectric, le lobby des électriciens européens, a nuancé sa position en janvier dernier...

« Les applications de la Blockchain dans le secteur de l'énergie gagnent du terrain au fur et à mesure que de nouvelles preuves de concepts sont déployées avec succès dans toute l'Europe, ce qui témoigne d'un intérêt fondamental qui dépasse l'engouement et les remous engendrés par les crypto-monnaies. Cela se traduit par des dizaines de partenariats entre les opérateurs historiques du secteur de l'énergie et les start-up, ou encore des plates-formes de négociation activées par Blockchain, ou encore un tel recours pour la certification des énergies renouvelables et à l'équilibrage du réseau ». Et l'association de lancer une deuxième phase de sa plate-forme de discussion Blockchain.

Reste qu'il ne faudrait pas sous-estimer la numérisation en cours dans le domaine des réseaux, qui ouvre aussi des perspectives centralisées et décentralisées. Les deux ne sont pas forcément opposables.

12/06/2019

DEUX EXEMPLES D'UTILISATION DE LA BLOCKCHAIN PORTÉS PAR UN FOURNISSEUR D'ÉNERGIE

Au cours des dernières années, les projets de réseaux intelligents ont connu une croissance rapide en nombre, en taille et en portée dans le monde. L'an dernier, le fournisseur à la fois britannique et américain Centrica a débuté des tests en utilisant la blockchain au Royaume-Uni et aux États-Unis.

Les deux expérimentations de **blockchain** lancées par Centrica sont fondées sur la technologie Exergy développée par LO3 Energy. Cette start-up est largement connue pour avoir réalisé une première avec la blockchain du micro-réseau de Brooklyn, aux États-Unis.

Soulager le réseau en Cornouaille

Outre-Manche, Centrica déploie sur une communauté de 200 foyers et entreprises du Sud-Ouest de l'Angleterre (Cornouaille) cette nouvelle approche de blockchain mise au point par LO3, dans le cadre d'un programme Local Energy Market (LEM), doté de 19 millions de livres et porté par sa filiale Centrica Business Solutions. Ce programme est également financé dans le cadre du **Fonds européen pour le développement régional (Feder)**, qui apportera 13 M£ sur les 19 M£ du programme.

L'objectif du LEM est d'explorer des approches innovantes du modèle énergétique traditionnel, notamment dans ce cas le rôle de la production décentralisée et du stockage pour améliorer la flexibilité du réseau local. Cette zone de Cornouaille est connue pour avoir enregistré une forte implantation de renouvelables mettant sous pression le réseau électrique local. Centrica Distributed Energy and Power déploiera ainsi des batteries, des installations en micro-cogénération ainsi que des combinaisons des deux technologies dans une centaine de foyers. Lancé l'an der-

nier, le LEM a enregistré 300 demandes de candidatures pour 100 foyers et 120 implications de commerces et d'entreprises.

La solution de LO3 est celle de sa plate-forme de mise en relation Exergy, qui facilite les échanges multipartites pair-à-pair entre les foyers et les entreprises participant au programme. Il s'agit d'une plate-forme de trading conçu pour fonctionner avec les mêmes paramètres physiques que le réseau et à la vitesse nécessaire pour réaliser de l'arbitrage en local. Les participants au programme pourront ainsi céder leur production à la fois au réseau et sur le marché de gros britannique, en fonction des contraintes (pointe ou surcapacité). Cette blockchain, combinée au programme de déploiement de stockages décentralisés, devrait soulager ainsi le réseau électrique, et par conséquent permettre de faire des économies, répercutables sur les prix de l'énergie.

La blockchain au service du marché au Texas

Aux États-Unis, où Centrica est présent via Direct Energy Business au Texas, la plate-forme de LO3 dénommée Micro-Energy Hedging sera consacrée à des utilisateurs industriels et commerciaux, dont nombre d'entre eux maîtrisent déjà le B-A-BA du marché. Fondée également sur le modèle de blockchain de LO3, Exergy, elle autorisera les entreprises à sortir du système d'achat via des contrats de couverture de risque à prix fixes ou via des accords à long terme d'achat de renouvelables (PPA en anglais), leur permettant de placer leurs propres ordres afin de se couvrir via des « smart contracts » personnalisés en bénéficiant des meilleures offres du marché. Ces ordres pourront être réalisés sur un pas horaire (heure par heure donc). Les entreprises qui s'engagent avec Direct Energy

Business dans ce projet utiliseront des compteurs communicants de LO3 Energy (des systèmes propriétaires) afin d'intégrer la plate-forme Exergy, qui repose sur une blockchain afin de sécuriser les échanges de données. Les « clients » pourront ainsi réaliser, stocker et partager leurs données (production en temps réel, consommation, globale sur le système) de manière sûre et automatiquement prévoir leurs besoins heure par heure au plus juste prix. La plate-forme fera en effet correspondre les demandes et les offres afin de réaliser des échanges de transactions d'énergie jusqu'au pas horaire.

13/06/2019

POUR ALLER PLUS LOIN

RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES : LA CIBLE DES HACKERS

Tous les secteurs d'activité peuvent être visés par une attaque informatique. Les réseaux énergétiques ne sont pas épargnés par des tentatives d'infiltration.

Depuis 2009, tous les spécialistes de la [sécurité informatique](#) savent que le secteur énergétique est une cible pour certains États. Cette année-là, en juin, Stuxnet est repéré par une petite firme de sécurité biélorusse. Ce code destructeur a exploité plusieurs failles Windows non corrigées. Le code est relativement classique, mais il est intéressant d'un point de vue technique, puisqu'il consiste en un cheval de Troie doublé de technologies de type Rootkit pour le rendre invisible (ce qui n'est pas le cas de simples virus).

Autre particularité, il ne vise pas l'ordinateur de monsieur Tout-le-Monde, mais des systèmes de contrôle industriels que l'on trouve sur des sites sensibles (usines, centrales nucléaires...). Stuxnet analyse les systèmes informatiques et recherche certains critères – un contrôleur particulier, notamment – pour cibler de manière sûre des machines industrielles.

Depuis, ce secteur d'activité très sensible a déployé différentes techniques pour réduire les risques. Mais les pirates continuent à multiplier les attaques. Selon Symantec, éditeur de l'antivirus Norton, Dragonfly est de retour. En 2014, ce groupe de pirates soutenus par un État s'en prenait aux [réseaux énergétiques](#) de plusieurs pays, dont les États-Unis, la France, l'Italie, l'Espagne ou encore l'Allemagne.

Grizzly Steppe

Après une période de calme, il sévirait de nouveau. Baptisée Dragonfly 2.0, leur offensive s'appuie sur différents procédés pour infiltrer les systèmes informatiques de réseaux énergétiques : emails malveillants, usurpation d'applications légitimes ou des mises à jour autorisées, opérations d'ingénierie sociale... Rien de vraiment d'original ! Du

moins, pour ce qui est des attaques connues...

Cible principale ? Les États-Unis. Cet été, une douzaine de centrales énergétiques ont repéré (ou ont été victimes) des intrusions dans leur système, selon un rapport du FBI et du département de la sécurité intérieure. Heureusement, les pirates n'ont pas pu prendre le contrôle des infrastructures. Quelques mois plus tôt, c'est le réseau électrique d'un fournisseur du Vermont (est des États-Unis) qui a été touché. « Un code associé à l'opération de piratage informatique baptisée Grizzly Steppe par l'administration Obama a été détecté à l'intérieur », écrit le Washington Post qui ne fournit plus de détails. Là aussi, officiellement, les menaces ont été repérées et donc endiguées. Qu'en est-il des attaques vraiment ciblées qui peuvent s'appuyer sur des codes malveillants conçus spécifiquement pour une cible ? Dans ce cas bien sûr, les antivirus n'apportent aucune parade...

Reste que la plus importante attaque visant ce type de réseau remonte à décembre 2015 : 80.000 habitants de l'ouest de l'Ukraine avaient été plongés pendant six heures dans le noir à la suite d'une cyberattaque d'une ampleur inédite. Le service avait été rétabli quand les opérateurs ont pris le contrôle manuel des systèmes et rebasculé les disjoncteurs. Selon l'entreprise de sécurité iSight Partners, le code malveillant portait la signature d'un groupe de pirates surnommé Sandworm Team qui opérerait depuis la Russie.

Par **Philippe Richard**

29/09/2017

L'INDUSTRIE ÉNERGÉTIQUE FACE AUX CYBERATTAQUES

Le secteur énergétique intègre de plus en plus de nouvelles technologies de communication et d'information (TIC) afin d'optimiser ses processus de production et de transport. Cette digitalisation s'accompagne d'un risque accru de cybercriminalité, favorisée par l'augmentation exponentielle d'interconnexions entre les réseaux qui sont autant de portes d'entrées pour des incursions malveillantes. Les exemples passés ont incité l'industrie de l'énergie à prendre au sérieux ces menaces.

Un secteur jusque-là peu concerné

Les infrastructures énergétiques sont des investissements très capitalistiques dont l'amortissement s'étale dans le temps. Le parc nucléaire français a ainsi été prévu techniquement et économiquement pour fonctionner 40 ans. C'est pourquoi de nombreuses installations sont anciennes et peu digitalisées à l'instar du parc français qui fonctionne encore beaucoup à l'analogique. Ce « retard technologique » a ironiquement permis à l'industrie énergétique d'être relativement épargnée par les **cyberattaques** jusqu'au début des années 2000. Le secteur de l'énergie est depuis l'un de ceux qui a massifié l'utilisation de **capteurs** qui relèvent et envoient en permanence des millions d'informations. Dans l'industrie pétrolière par exemple, une foule de données est traitée pour rendre compte de la pression, température, viscosité... afin de générer des gains d'efficacité tant dans la production que dans le transport par oléoducs ou gazoducs.

La libéralisation du marché de l'énergie, particulièrement en Europe avec la création d'une bourse commune de l'électricité, a également joué un rôle dans la digitalisation du secteur puisque tous les échanges sont assurés par les TIC. Enfin, les compteurs communicants en cours d'installation en France (Enedis en déploiera 35 millions

d'ici 2021), qui représentent la première brique du futur réseau électrique intelligent, permettront au gestionnaire de réseau d'avoir un suivi bien plus précis et en temps réel de ses clients grâce à l'envoi des données de consommation. La protection de ces données sensibles, tant pour le consommateur que l'opérateur, fait l'objet d'une attention particulière d'Enedis. En effet, « lors de la conférence Black Hat Europe 2014, deux professionnels de la sécurité informatique ont démontré qu'il était possible de pirater certains compteurs espagnols dont les communications entrantes et sortantes étaient chiffrées », explique Gabrielle Desarnaud, chercheuse à l'Ifri et auteur du rapport « Cyberattaques et sécurité énergétiques ».

Enjeu majeur

Le piratage des réseaux électriques par l'envoi de fausses données à l'opérateur représente un risque majeur car il pourrait causer des black-out électriques dont les conséquences sont imprédictibles. Il en va de même pour les exploitants de sites nucléaires considérés comme des opérateurs d'importance vitale (OIV), c'est-à-dire dont la défaillance aurait un impact décisif sur le mode de vie de la population. L'intérêt pour le risque nucléaire a été ravivé en 2010 après la découverte d'un virus extrêmement élaboré, Stuxnet, visant les installations d'enrichissement d'uranium de Natanz, en Iran. Il permettait de modifier la vitesse de rotation des centrifugeuses, ce qui empêchait de poursuivre l'enrichissement de la matière et endommageait les équipements. Pour ne pas être repéré, il envoyait en boucle à l'interface de contrôle les informations d'opérations normales. Près d'un millier de centrifugeuses auraient été détruites à cause de Stuxnet. Ce virus aurait été introduit, le conditionnel est ici de rigueur, par le biais d'une clé USB infectée. Le fait que le programme ne puisse s'activer que dans une certaine configuration (nombre et disposition exacts des centrifugeuses) laisse penser que l'opération a

nécessité d'importants moyens. A l'époque, l'attaque a été attribuée au gouvernement israélien et/ou américain pour ralentir le programme nucléaire iranien, alors la pomme de discorde de la communauté internationale. Mais aucune preuve n'a été trouvée.

Les cyberattaques ne sont pas forcément le fait d'États ou de groupes à des fins géopolitiques. L'espionnage industriel ou l'extorsion de fonds sont également des motivations d'assaillants. En 2011, Areva a admis avoir été victime d'un piratage de grande ampleur qui a duré deux ans, mais qui n'aurait pas concerné de données sensibles. La même année, les virus Night Dragon et Duqu ont également espionné des entreprises du secteur, notamment pétrolier. Néanmoins, les hackers connaissent mal les systèmes de l'industrie de l'énergie et ont besoin de compétences précises dans l'informatique mais aussi dans l'automatique. Les logiciels de rançon « classiques », c'est-à-dire qui ne vise pas les installations critiques, sont tout aussi efficaces dans l'extorsion de fonds et nécessitent moins de travail.

Des réponses techniques et réglementaires

Pour faire face au risque de cyberattaque, le secteur énergétique privilégie « la défense en profondeur », qui consiste à superposer plusieurs strates de sécurité pour palier la défaillance de l'une ou plusieurs d'entre elles. L'organisation est primordiale pour assurer la sûreté des sites et en premier lieu séparer les réseaux de gestion et opérationnels. Le personnel doit quant à lui être formé pour éviter des erreurs humaines telles qu'introduire des objets connectés non-validés auparavant par l'entreprise. Le meilleur moyen de se prémunir d'une attaque extérieure est donc d'isoler son réseau. En janvier 2003, la centrale nucléaire de David-Besse en Ohio, États-Unis, a été infecté par un ver informatique : Slammer. Il s'agit d'un code très simple qui génère des adresses IP pour leur envoyer des répliques de soi-même. Heureusement, la centrale était déjà arrêtée. A noter que le virus n'était pas destiné spécialement à la centrale nucléaire, mais celle-ci a été infectée au travers d'une connexion non-sécurisée vers une entreprise tierce. Ce qui n'est pas le cas en France précise Gabrielle Desarnaud : « les seules informations sortant du réacteur d'une cen-

trale nucléaire à destination d'un acteurs tiers concernent les données de tension et de puissance, échangées toutes les cinq secondes avec le réseau de transmission d'électricité, afin d'ajuster la production en fonction de la demande. Aucune autre communication extérieur n'est admise par le réseau de la centrale ».

Volet réglementation, la France a créé en 2009 l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSI) pour lutter contre le risque cyber. En 2016, la France est le premier pays à publier des arrêtés pour les opérateurs importance vitale du secteur énergétique comprenant une liste de mesure à mettre en place. Au niveau de l'Union européenne, la Commission indique avoir introduit la problématique cyber dans son paquet Energie annoncé en 2016.

Romain Chicheportiche

21/03/2017

LES SMART GRIDS CHANGENT D'ÉCHELLE

Avec plusieurs dizaines de démonstrateurs déjà lancés, dont certains livrent leurs premiers résultats, la France investit massivement dans les Smart Grids. Derniers projets en date : Smile, Flexgrid et You & Grid, lauréats de l'appel à projet du plan « Réseaux Électriques Intelligents », l'un des 34 plans de la Nouvelle France Industrielle.

Avec ces 3 nouveaux projets, les expérimentations changent d'échelle et les technologies de réseaux électriques intelligents seront désormais déployées sur de grands territoires, incluant plusieurs départements. Il ne s'agira plus de simples démonstrateurs, mais de véritables vitrines technologiques de réseaux intelligents.

Smile, Flexgrid et You & Grid seront subventionnés à hauteur de 50 millions d'euros, dans le cadre des Investissements d'Avenir. Les dossiers Flexgrid et Smile bénéficieront par ailleurs d'un investissement total de 80 millions d'euros sur les réseaux de transport et de distribution de l'électricité, par RTE et ERDF.

Smile : un Smart Grid pour le Grand Ouest

Le Smart Grid Smile a été officiellement lancé le 22 avril 2016 à Lorient. En construction en Bretagne et en Pays-de-la-Loire, les deux régions estiment à 260 millions d'euros les investissements à réaliser dès 2017 et pour une période de trois ans. Le projet tire parti des démonstrateurs précédents : Smart Grid Vendée et Solenn. Smile devrait créer près de 10 000 emplois directs ou induits dans ces deux régions.

La zone de déploiement comprend des situations variées : une façade maritime, des zones touristiques (avec des pics saisonniers de consommation), des îles, des ports et des zones industrielles. 17 projets soutenus par 160 structures dont une centaine d'entreprises, de la start-up aux grands

groupes et aux collectivités seront mis en oeuvre.

Le but est de déployer massivement les solutions pour les réseaux électriques intelligents en vue de bâtir d'ici 2020 un grand réseau électrique intelligent sur le Grand Ouest, incluant les départements du Morbihan, d'Ille-et-Vilaine, de Loire-Atlantique et de Vendée. Sont notamment prévus l'intégration de 1 000 bâtiments à énergie positive, 20 000 points lumineux intelligents et 1 000 bornes de recharge publiques pour véhicules électriques. Le stockage pour favoriser l'intégration des énergies renouvelables sera également testé. Enfin, plusieurs projets seront liés à la réalisation de plateformes numériques pour gérer les données et maîtriser, stocker ou distribuer l'énergie en fonction des besoins.

Flexgrid : un Smart Grid pour le Sud Est

Flexgrid est le Smart Grid porté par La Région PACA. Le projet tire parti des démonstrateurs précédents : CityOpt, Premio, Nice Grid, Inifini Drive et Reflexe. Doté d'un budget de 200 millions d'euros, il devrait permettre la création de 6 200 emplois directs et indirects.

Le projet inclura des zones climatiques variées, des métropoles côtières, des zones industrialo-portuaires, des stations de ski et des zones électriquement isolées. 34 projets sont prévus, soutenus par 145 partenaires.

Le territoire bénéficiera du déploiement des technologies Smart Grids mises au point par les gestionnaires de réseau RTE et ERDF et notamment de l'installation de 1,5 million de compteurs Linky. Flexgrid travaillera également sur l'incorporation optimale de 1.180 mégawatts (MW) d'énergies renouvelables électriques et 230 MW de réseaux de chaleur/froid. Pour synchroniser au mieux la production et la consommation, les 34 expérimentations agiront sur plu-

sièurs leviers : la gestion des données, la prévision des productions des énergies renouvelables intermittentes, leurs combinaison pour assurer leur complémentarité, le développement de l'autoproduction et de l'autoconsommation de l'énergie photovoltaïque. Par ailleurs, elles chercheront à mieux piloter en temps réel les installations énergétiques en développant les capacités d'effacement (bornes de recharge des véhicules électriques, équipements industriels ou résidentiels...) et de stockage.

YOU & GRID est le Smart Grid porté par la région Nord-Pas-de-Calais et la Métropole de Lille. Son budget est estimé à 165 millions d'euros. Il n'est pas détaillé pour le moment, mais devrait s'intéresser aux solutions d'autoconsommation de l'énergie photovoltaïque et à leur business model, ainsi qu'au déploiement à grande échelle des bornes de recharge.

Ces 3 projets permettront d'accélérer le déploiement des réseaux électriques intelligents et crédibiliseront la filière française des smartgrids à l'export. Dans cette perspective, l'ambition du plan industriel « *Réseaux Electriques Intelligents* » est de passer de 15 000 à 25 000 emplois et de 3 à 6 milliards d'euros de chiffre d'affaires d'ici 2020.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

06/06/2016

L'ÉCO-QUARTIER DU FORT D'ISSY TIENT SES PROMESSES

La ville d'Issy-les-Moulineaux dresse un premier bilan, trois ans après les premières livraisons de logements de l'éco-quartier du Fort d'Issy. Il en ressort que les habitants sont particulièrement séduits par ce nouveau quartier qui se veut exemplaire.

Grâce à la domotique, à la fibre optique, au chauffage par géothermie, à l'aspiration pneumatique des déchets, à ses 44 000 m² d'espaces verts (jardins partagés, prairie fleurie, 300 arbres fruitiers) et ses 2 300 m² de commerces et services de proximité, l'éco-quartier du Fort d'Issy-Les-Moulineaux a su conquérir le cœur de ses habitants. D'ici la fin de l'année, un jardin japonais verra également le jour et rejoindra l'espace de 1 200 m² dédié au jardinage et aux potagers.

L'éco-quartier du Fort d'Issy s'étend sur 12 hectares, dans les murs d'un fort militaire du 19^e siècle. Sur ce site, racheté au ministère de la Défense, 3 500 habitants occupent désormais l'un des 1 623 logements. Dessinés par différents architectes, le quartier comprend 13 immeubles villas et 5 immeubles bastions, entourés d'espaces verts.

Selon un sondage réalisé auprès de 323 résidents et 46 habitants d'autres quartiers, 95 % des résidents sont fiers de vivre au Fort d'Issy. S'il est difficile de créer une vie de quartier à partir de rien, le pari est réussi. Seul point négatif à l'horizon : 51 % des résidents estiment qu'il manque des places de parking. La ville prend donc le problème à bras le corps. Si elle a décidé de ne pas créer de nouvelles places de parking, elle teste le partage des places existantes, notamment celles du parking de l'école Louise Michel, via une application mobile dédiée.

La géothermie permet de couvrir 78 % des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire du quartier. 70 % des résidents déclarent avoir réalisé des économies sur leur

facture énergétique grâce à ce système de chauffage et 78 % sont satisfaits du confort thermique qu'il procure. Par ailleurs, ce réseau permet d'éviter l'émission de près de 2 000 tonnes de CO₂ par an.

Concernant la gestion des déchets, la particularité de cet éco-quartier est son système innovant de collecte pneumatique. S'il a demandé un investissement de 9 millions d'euros, 95 % des habitants sondés se disent satisfaits des réductions de nuisances (bruit, pollution) apportées par ce dispositif déployé pour la première fois en France. 115 bornes de collecte de déchets sont réparties sur l'ensemble du Fort. Elles permettent de stocker les déchets dans l'un des 48 containers enterrés, en attendant qu'ils soient aspirés par les camions de collecte, depuis l'un des deux points situés à l'extérieur du fort. Cela évite le passage des camions poubelles dans le quartier.

L'éco-quartier est raccordé à IssyGrid, le smartgrid d'Issy-les-Moulineaux depuis 2013. 800 logements sont en cours d'équipements de compteurs communicants Linky. Il sera ainsi possible de suivre en temps réel la consommation des bâtiments et l'optimiser. La ville estime que cela devrait permettre d'éviter la consommation de 3 à 4 gigawattheures (GWh) d'électricité et l'émission de plus de 180 tonnes de CO₂ par an.

A proximité des logements, l'éco-quartier du Fort d'Issy propose de nombreux services à ses habitants : un supermarché, deux restaurants, une conciergerie, une boulangerie, mais aussi une piscine Feng Shui, un espace d'animation culturelle, un boulodrome de 3300 m², un centre sportif et une école de 13 classes construite en bois et isolée avec des bottes de paille. Selon le sondage, 68 % des résidents utilisent ces équipements publics. 8 commerçants sur 9 sont satisfaits de leur niveau d'activité non seulement dynamisé par les habitants de l'éco-quartier mais aussi par

les riverains qui affirment se rendre souvent au Fort d'Issy (81%). Et selon la mairie, cette proximité de services permet de réduire les déplacements de 10 à 15 %, soit une baisse des émissions de gaz à effet de serre du quartier de l'ordre de 5 à 7 %. En effet, 57 % des résidents déclarent avoir changé leurs habitudes et utilisent moins leur voiture grâce à la proximité des commerces, des services et des équipements publics sur place.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

27/11/2015