



L'ÉNERGIE EN MODE NUMÉRIQUE



Comme les autres secteurs d'activité, le domaine de l'énergie se saisit de la transition numérique. Cette évolution remet en cause les modèles économiques, les processus et les choix technologiques.

Les leviers de croissance du secteur de l'énergie sont maintenant avant tout liés aux réseaux électriques intelligents, à la gestion active des bâtiments, au stockage de l'énergie, à l'introduction des énergies renouvelables dans le réseau, à l'écomobilité et aux services d'efficacité énergétiques proposés aux consommateurs devenus proacteurs. Ils se traduisent concrètement par une transformation permanente caractérisée par :

- la multiplication des innovations techniques, économiques et socio-organisationnelles liées à la création de nouveaux usages ;
- la valorisation croissante du modèle de la relation de services, créant une concurrence plus vive et l'arrivée de nouveaux entrants ;
- l'intensification des débats publics sur les formes de gouvernance centralisée/décentralisée ;
- la digitalisation croissante des processus, qui modifie les besoins en compétences professionnelles.

Les données potentiellement disponibles augmentent, comme les besoins en communication. Les coûts sont importants et le bénéfice dégagé ne revient pas toujours directement à l'investisseur. Les choix techniques et les innovations sont cruciaux. Certaines options vont dominer le marché, d'autres disparaîtront. Les défis se trouvent également dans la sécurisation des nouveaux systèmes et la maîtrise des aspects juridiques et de gouvernance associés. Enfin, la transition numérique met le consommateur, qu'il soit un particulier, une petite ou moyenne entreprise, une collectivité locale ou un industriel, dans une position d'acteur, aux comportements et choix encore peu connus.

Face à cette dynamique, les grands acteurs accélèrent la capture de cette nouvelle création de valeur et une convergence des technologies de l'information et de l'énergie devient nécessaire pour développer les futures solutions : les services d'analyse de big data, les solutions logicielles de commandes et de pilotage temps réel...

Avec le développement de « l'Internet des objets », le déploiement rapide des capteurs permet de numériser et de connecter des tâches, des processus et des opérations de services (auparavant analogiques).

Ce mouvement que nous observons est structurel et profond. Il va bien au-delà des innovations technologiques ou de l'évolution du mix énergétique.

Ainsi, la transition numérique fait évoluer la production et la consommation énergétique, et le secteur de l'énergie tout entier. Dans ce dossier nous avons choisi d'éclairer ce mouvement profond par des projets et des expérimentations actuellement en cours de réalisation et des réflexions stratégiques. ■



Corine Dubruel (ECP 83),
présidente du groupement
Centraliens de l'énergie



Anne-Lise Didierjean
(Supélec 97),
présidente de Supélec
Énergie & DD

coordinatrices, avec **Céline Jacquot**, de ce dossier

Sommaire

- p 20 Vers un nouvel ordre énergétique**
Pierre-Jean Cherret (Supélec 11)
- p 23 Le BIM au service de la performance énergétique**
Pascal Rivière (EC Lille 82)
- p 24 Logements passifs : mode d'emploi**
Alice Fauconneau (EC Lille 07)
- p 26 Le smart metering, en France et dans le monde**
Juliette Michez (ECM 14)
- p 28 Mieux comprendre, pour mieux consommer son énergie**
Charles Gourio (ECP 10)
- p 30 « Je ne pense jamais au futur. Il vient bien assez tôt » A. Einstein**
Rodolphe Falzerana (ECM 04)

Vers un nouvel ordre énergétique



© Fotolia

La centralisation de notre modèle énergétique a vécu. L'urgence environnementale, couplée au défi de l'augmentation de la population mondiale, nous pousse à en revoir le schéma productif et organisationnel pour passer d'une gestion centralisée à un modèle collaboratif. Un nouvel ordre énergétique est en train de naître, porté par une autre révolution, la digitalisation de l'économie et des échanges. Le point sur ces nouveaux enjeux énergétiques avec Pierre-Jean Cherret (Supélec 11), vice-président d'Items International.

Développement des énergies renouvelables et du stockage, des NTIC et de l'Internet des objets, digitalisation de l'économie et des échanges, montée en puissance de l'économie du partage, émergence de modèles de management en réseau... le monde est en pleine ébullition, secoué par d'immenses bouleversements socio-économiques. Les consommateurs transforment leurs besoins, l'économie du partage prend le relai d'une croissance molle. La chute des cours des matières premières, relayée par les bourses mondiales, amène nos sociétés à vivre à crédit pour nourrir 8,5 milliards d'individus d'ici quinze ans. Le bilan des réserves des banques fédérales est au plus haut¹, celles-ci rachetant les dettes d'État pour soutenir les prix, dans l'espoir d'une reprise de notre consommation. Chronos dévore ses enfants. Il y a urgence à repenser l'équilibre de nos business models pour consommer mieux et durablement.

« Ad augusta per angusta », vers de grandes choses par des voies étroites

L'équilibre des forces géopolitiques se dirige vers une pluralité de gouvernances multipolaires, de moins en moins en bivalence, de plus en plus virtualisées. Les réseaux, énergie, eau, déchets, transports, se voient confier des fonctions de plus en plus prédictives pour coordonner les signaux forts des interactions sociétales, de par leurs dynamiques rapides et très fortement intercorréées, faisant l'objet d'un développement exponentiel des technologies d'intelligence artificielle et systèmes complexes évolutifs.

Le big data bouleverse les schémas établis en optimisant la notion de boucle de retour pour piloter les stocks, réorienter les besoins clients, surveiller la maintenance des infrastructures. En 2010, nous mettons deux jours pour produire 5 exaoctets de données numériques alors que nous aurions mis soixante ans pour les produire



Pierre-Jean Cherret (Supélec 11)

est VP smart energy chez Items International, en charge du développement des offres

de stratégie innovante énergie et digital avec les utilities et collectivités locales en France et à l'international. Depuis 2010 il s'implique dans les cleantechs et est également membre du cercle Colbert et du think tank « Notre Europe ».

en 2003 (soit approximativement le temps passé depuis les débuts de la numérisation).

Face à ce déluge exponentiel de données, il reste à « penser » la complexité du flux décisionnel qui en découle au sein de plateformes de distribution ouvertes. Partout où se créent des contraintes d'utilisation de réseaux de distribution, l'orchestration des services au consommateur avec des offres de plus en plus complexes devient nécessaire. Elles donnent la possibilité de comparer, évaluer, choisir entre différentes options au plus proche de ses besoins. Les services étendent les propriétés des produits, la fonction suit désormais la forme.

« Ordo ab chao » : l'émergence d'un nouvel ordre digitalisé

Le sujet des données dans le secteur de l'énergie a pris une importance particulière par un triple effet conjuguant la montée en puissance des réseaux intelligents d'énergie, l'explosion du marché des objets communicants et du traitement des données qui y est associé et l'importance prise par la thématique des villes intelligentes dans les nouveaux enjeux des collectivités.

Le géospatialisation des données sur les territoires permet d'analyser au cœur du système les équilibres producteur/consommateur et *in fine* de fournir les signaux de prix des échanges énergétiques, dont la valeur est proportionnelle aux coûts marginaux de congestion dans les réseaux. L'intelligence de la donnée, son traitement et sa sécurisation sont devenus un enjeu essentiel pour la société. Notre « avatar » digital révèle non seulement une partie de notre identité en tant que consommateur

mais aussi notre activité en tant qu'acteur au sein de la collectivité. L'interactivité et l'interopérabilité sont devenues nos nouveaux « golems » au service de l'efficacité opérationnelle et environnementale². Les prix de détails deviennent des signaux d'investissement pour les réseaux. Nous rentrons dans le monde de la complexité, décuplée par l'arrivée de nouvelles technologies d'échanges temps réel applicables au monde d'Internet. Avec le *blockchain*, il devient possible de négocier les prix d'échanges énergétiques en mode « Peer to Peer », entre membres de communautés virtuelles sous forme de « microgrids »³.

La donnée, nouvel enjeu des collectivités locales

Le big data représente un enjeu important pour les collectivités locales. Les avantages d'un meilleur accès aux données sont nombreux. Leur traitement permet de contrôler les missions confiées aux délégataires ou partenaires, de suivre l'état des services et structures publics pour optimiser les ressources, les investissements ou la maintenance.

Le big data est donc un formidable outil opérationnel et décisionnel. Traité à l'échelle globale du territoire, il permet de travailler à la cohérence des investisse-

ments réalisés, par une éventuelle mutualisation des structures ou des travaux. Tous les secteurs gérés par les collectivités locales sont concernés : énergie, transport, qualité de l'air, gestion du trafic... L'exploitation des données permet également une nouvelle forme d'échanges avec les citoyens du territoire, en permettant notamment de mieux cibler les besoins.

De la data au smart grid

La digitalisation du secteur de l'énergie a favorisé le développement de réseaux intelligents (ou smart grids) capables de communiquer ou d'interagir avec l'ensemble des mailles du réseau, du consommateur au producteur en passant par les fournisseurs. Les compteurs intelligents (smart metering) sont la première brique de ce système. Ils permettent grâce aux informations collectées au niveau des immeubles, ou quartiers (par exemple chez Schneider Electric), de renseigner l'opérateur (syndic, collectivité, gestionnaire de réseau...) sur les leviers à actionner pour économiser la consommation d'énergie. Des plateformes se sont créées à l'échelle du territoire pour optimiser la consommation globale d'énergie. C'est le cas de Smart Grid Vendée et de Nice Grid, deux projets déployés par

Transition énergétique et évolution numérique : état des lieux juridique

La transition énergétique et l'évolution numérique qui l'accompagne, avec notamment le développement des réseaux intelligents, posent avec beaucoup d'acuité la question de la protection et de l'utilisation des données collectées par les opérateurs énergétiques (électricité, gaz, produits pétroliers, froid et chaleur). Cette évolution requiert la mise en place d'un cadre juridique adapté portant sur l'utilisation et la gestion de ces données. Des premiers jalons ont été posés en application des lois Grenelle I et II dans le cadre de l'élaboration des plans climat-énergie territoriaux. Toutefois, l'article 179 de la loi du 17 août 2015 sur la transition énergétique franchit une étape cruciale

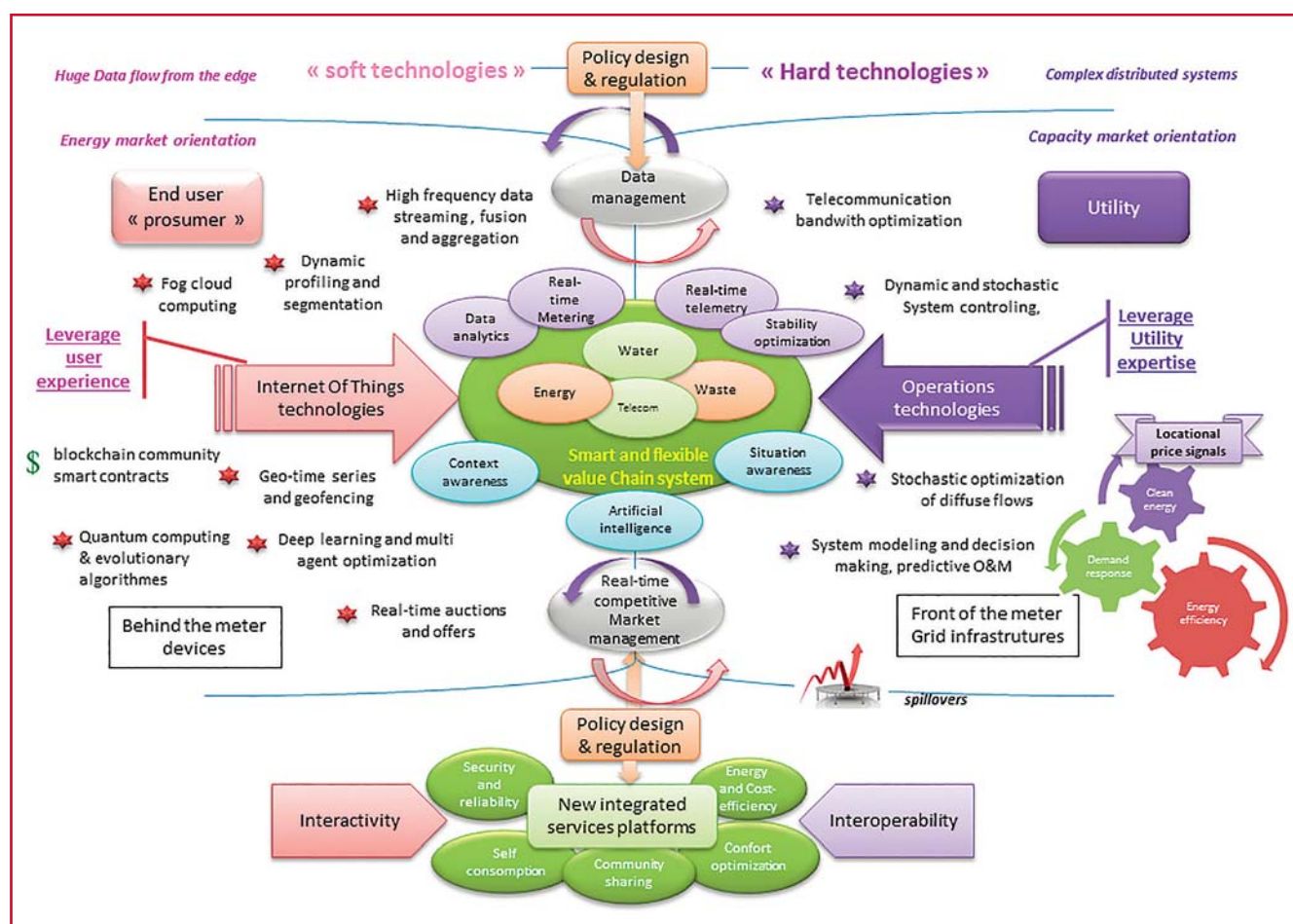
en facilitant la mise à disposition des données de production, de transport, de distribution et de consommation d'énergie à l'ensemble des personnes publiques dès lors que ces données sont utiles à l'accomplissement de leurs compétences. À cet effet, un projet de décret et d'arrêté est en cours de finalisation afin de préciser les données à produire et le calendrier de transmission progressif. Dans l'optique de la protection des données personnelles, ces textes prévoient des garde-fous inspirés par l'avis de la Cnil du 17 décembre 2015. ■

Mounir Meddeb et Marjorie Lehmann,
Energie-legal, www.energie-legal.com

Alstom, ou encore de Solenn, un smart grid développé en Bretagne et destiné à mobiliser les collectivités locales et les consommateurs autour de deux des trois enjeux du Pacte électrique breton : la maîtrise de la demande en électricité (MDE) et la sécurisation de l'alimentation électrique.

Plus ambitieuse car nationale, la plateforme SEAS⁴, smart grid développé par Engie, vise à permettre à l'ensemble des acteurs du marché de l'électricité d'interagir en temps réel avec les systèmes de production et de consommation.

1. Réserve fédérale des États-Unis : 25 % du PIB ; Banque centrale européenne : 24 % ; Banque du Japon : 70 %.
2. En Europe, les services de flexibilité (*demand response*) ont un potentiel de 150 GW.
3. Voir l'expérimentation actuelle à Brooklyn (États-Unis) : <http://brooklynmicrogrid.com>.
4. Smart Energy Aware Systems : <https://itea3.org/project/seas.html>.



Les innovations digitales disruptives transforment la relation client et créent de la valeur pour le consommateur.

Rejoignez-nous sur les réseaux sociaux !



1 200 fans



7 100 membres



1030 followers



157 000 vidéos vues

Le BIM au service de la performance énergétique

En phase avec la COP 21, le plan Transition numérique dans le bâtiment encourage le déploiement de la « maquette numérique » et de nombreux maîtres d'ouvrage publics imposent désormais l'utilisation du BIM dans leurs appels d'offres.

Le BIM ou « Building Information Modeling » est plus qu'un nouvel outil logiciel ou un avatar marketing, c'est une nouvelle approche de conception et d'exploitation des bâtiments. C'est tout à la fois un modèle numérique avec des données embarquées intelligentes mais aussi un nouveau processus de travail et une nouvelle gestion des flux d'informations pour les multiples intervenants d'un projet.

Depuis trente ans, les logiciels de DAO 2D puis de CAD 3D se sont progressivement imposés, mais en manipulant des objets à la géométrie et aux propriétés figées. Le BIM dépasse ces outils répandus en créant l'objet paramétrique ou intelligent intégrant, outre sa géométrie, ses performances, son installation et sa maintenance. L'objet embarque l'intelligence nécessaire pour se transformer et s'adapter aux contraintes de son environnement.

Des usages et des bénéfices pour l'ensemble de la chaîne de valeur

Les usages du BIM se sont multipliés pour intégrer les besoins de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur : maître d'ouvrage, exploitant, architecte, ingénieur. Le premier avantage de la modélisation numérique est la réduction drastique, grâce à l'impression 3D, des délais et du coût des maquettes. L'utilisation de la réalité virtuelle permet également de plonger dans l'univers du projet, de faire l'analyse itérative de la structure, de contrôler l'implantation des réseaux de fluides et d'électricité, de détecter les interférences, de faire des simulations énergétiques et, grâce à ces calculs, d'identifier et traiter les ponts thermiques.

Il existe plusieurs versions du BIM. Le BIM 4D, auquel on ajoute la dimension temps, permet de suivre un planning de construction. Le BIM 5D ajoute la donnée « coût » aux quatre dimensions précédentes. En liant les éléments géométriques et la

contrainte temps à un coût, il permet en effet de prévoir l'enveloppe budgétaire d'un projet, mais également d'en gérer l'exploitation et la maintenance, autant de fonctions très utiles pour le facility management et la gestion de patrimoine.

Au-delà des fonctionnalités des différents modules logiciels, l'innovation principale réside dans la capacité à réaliser un véritable travail collaboratif entre les différents acteurs d'un projet, ce qui permet de réduire considérablement l'impact des inévitables erreurs et omissions et de gérer en temps réel les changements ou l'intégration d'une nouvelle réglementation par l'intégration de règles.

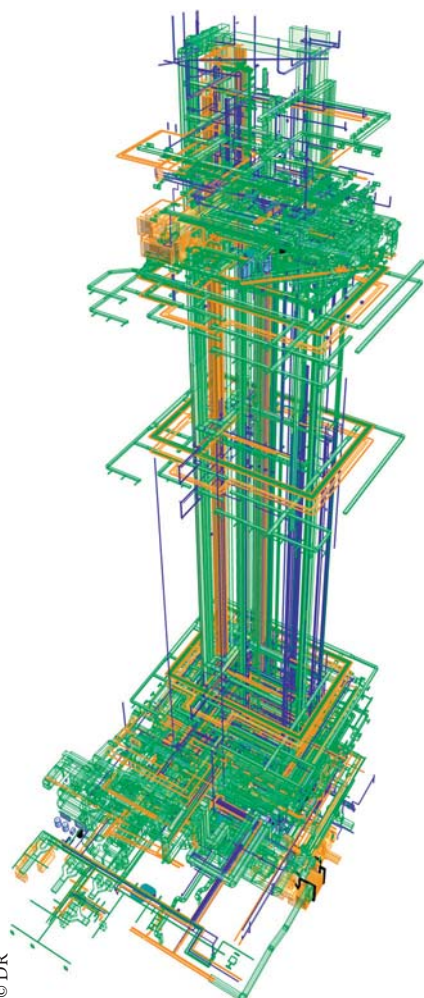
Le BIM permet de réunir très en amont, autour de données intelligentes et d'un modèle numérique commun, le maître d'ouvrage et l'exploitant ainsi que les acteurs de la conception et de la construction. Les bénéfices du BIM les plus souvent cités sont les améliorations de la compréhension du projet, du contrôle de la qualité, la réduction des conflits entre les intervenants pendant la construction, des cycles de validation réduits et un meilleur contrôle des coûts.

La foison de start-up proposant de nouvelles solutions BIM a donné lieu à une première vague d'acquisitions par les éditeurs leaders du marché comme Trimble, Nemetschek, Autodesk, Bentley Systems, Graitec, Explorer Software, Viewpoint ou Textura. Nul doute que cette tendance à la concentration d'un marché mondialisé va s'accélérer en 2016. ■



**Pascal Rivière
(EC Lille 82)**

est ingénieur et titulaire d'un MBA HEC. Après une carrière dans l'informatique (DEC, HP) et Internet (Ziff Davis, United Internet, Adlink), il est partner dans le cabinet de fusion et acquisition Societex Corporate Finance. Il a réalisé de nombreux rapprochements dans les domaines du logiciel et des bureaux d'études thermiques.



© DR

La maquette numérique est le support des simulations énergétiques du bâtiment. Ici, vue d'une maquette numérique de la tour Saint-Gobain (La Défense), réalisée par Artelia.

Le BIM ou « Building Information Modeling » est un nouveau marché logiciel en pleine progression en France. Pascal Rivière (EC Lille 82), partner au sein du cabinet de fusion et acquisition Societex Corporate Finance, nous en explique les usages et les bénéfices, notamment au niveau de l'efficacité énergétique des bâtiments.

Logements passifs : mode d'emploi

La conception passive est une opportunité pour allier performance énergétique et confort grâce à des solutions architecturales et techniques simples. Cependant, pour que les performances soient ensuite au rendez-vous, il est nécessaire que l'habitant apprenne à bien utiliser son logement. Le bon sens associé aux compteurs intelligents seront alors ses meilleurs alliés. Le point avec Alice Fauconneau (EC Lille 07), chef de projet bâtiment à Inddigo, bureau d'études en développement durable.



Résidence Lizop à Toulouse.

© Lieux Communs Architectes

Le secteur du bâtiment représente environ un quart des émissions de gaz à effet de serre de la France. Les trois quarts du parc datant d'avant la première réglementation thermique (1974), ce secteur bénéficie d'une énorme marge de progrès pour aider la France à atteindre son objectif de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

Depuis 2005, les exigences de performance thermique du bâtiment s'accroissent franchement, que ce soit pour le neuf ou la rénovation. La prochaine réglementation thermique (2020) vise le niveau « énergie positive » : c'est-à-dire que tous les bâtiments construits ou rénovés après 2020 ne consommeront pratiquement plus d'énergie (d'où la notion de logements « passifs ») et produiront de l'énergie renouvelable pour compenser les consommations restantes.

Un bâtiment passif consomme environ quatre fois moins d'énergie qu'un bâtiment construit dans les années 2000. Sa conception et son utilisation n'ont plus rien à voir avec la moyenne du parc de logements français.

Une nouvelle façon de construire

La performance des systèmes techniques qui équipent les bâtiments passifs a été nettement améliorée ces dernières années pour alléger les consommations d'énergie : ventilation à récupération d'énergie sur l'air extrait, énergies renouvelables pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage, domotique pour le suivi et le pilotage des installations...

Ces progrès sont nécessaires, mais un bâtiment passif est plus qu'un concentré de solutions techniques performantes. Son architecture doit être impérativement adaptée au climat local afin d'éviter toutes consommations inutiles.

Prenons l'exemple d'un logement passif dans une ville bien ensoleillée, Toulouse. Tous les vitrages exposés au soleil estival seront équipés de protections solaires pour limiter l'entrée du soleil en été. La disposition des logements en duplex et l'utilisation de vitrages oscillo-battants favoriseront une ventilation naturelle nocturne, de même que la forte inertie et l'isolation du logement permettront de conserver la fraîcheur accumulée la nuit pendant la journée.

La qualité de la mise en œuvre est également déterminante pour que les performances soient au rendez-vous, à savoir : une bonne mise en place des isolants, un colmatage soigné de toutes les entrées d'air parasites ainsi qu'un réglage fin des installations.

Retours d'expériences : les nouveaux enjeux du logement passif

En France, la température d'équilibre des logements passifs est d'environ 10 °C : ainsi, dès que la température extérieure dépasse 10 °C, il devient inutile de chauffer pour maintenir le confort thermique. Ces logements sont tellement isolés et performants que les apports internes (la cuisine, les appareils électroménagers et audiovisuels...) ainsi que le soleil sur les vitrages suffisent pratiquement à les chauffer en hiver. Le système de chauffage devient un appoint pour les périodes les plus froides.

Les consommations de chauffage d'un logement passif ne représentent qu'un quart des consommations totales du logement, alors que pour la moyenne du parc français le chauffage représente trois quarts des consommations totales. Le travail d'optimisation du logement a donc été



Alice Fauconneau
(EC Lille 07)

est chef de projet bâtiment à Inddigo, bureau d'études en développement durable. Elle travaille principalement sur la performance énergétique et environnementale de bâtiments publics et privés (enseignement, bureaux, logements...) ainsi que sur l'interaction entre les usagers et le bâtiment (simulations et retour d'expériences).

efficace pour réduire largement les consommations de chauffage, mais en contrepartie, le logement est devenu beaucoup plus sensible aux apports internes et aux apports solaires. Si ces apports ne sont pas maîtrisés et évacués régulièrement, ils risquent d'impliquer des surchauffes importantes en été et à la mi-saison, et à terme l'installation d'un système de climatisation pour rétablir le confort. Avec le réchauffement climatique ce phénomène s'accélère: les consommations de chauffage deviennent très faibles mais sont compensées par la forte augmentation des consommations de climatisation...

La conception passive doit donc impérativement prendre en compte le confort du bâti en été, de manière à pouvoir assurer des condi-

tions de vie acceptables sans mise en place d'un système actif de climatisation.

La fin du confort instantané ?

La climatisation active est bien pratique: on appuie sur un bouton pour indiquer la température désirée, et cette température est atteinte rapidement grâce à une pompe à chaleur.

Obtenir un bon confort d'été de manière passive est plus complexe. Il faut tout d'abord limiter les apports en journée. Pour cela, il est recommandé de se doter de protections solaires (panneaux occultants, voilages...) pour se protéger du soleil, de fermer les fenêtres pour se protéger de l'air chaud extérieur et de limiter les apports internes: cuisiner moins en été, éteindre les machines non utilisées, acquérir des équipements plus performants...

Ensuite, il faut pouvoir évacuer la chaleur accumulée dans le logement en ventilant fortement la nuit lorsque les températures extérieures baissent. Donc ouvrir les fenêtres et les volets au bon moment et les refermer assez tôt avant que les températures ne remontent.

Ces actions peuvent se faire grâce à la domotique, à l'aide de sondes et de commandes motorisées qui vont piloter ouverture et fermeture des fenêtres et protections solaires en fonction des besoins du logement et des conditions météo. Mais on peut aussi choisir de rester maître

de son logement et apprendre à réaliser soi-même les bons gestes au bon moment.

Apprendre à utiliser un logement passif

Si un logement passif semble très séduisant sur le papier (consommations de chauffage très faibles et confort d'été acceptable sans climatisation active), la réalité est souvent très différente, du moins les premières années.

Un logement passif nécessite une vraie appropriation par l'usager. Dans un premier temps il faut comprendre ce qu'il se passe, donc suivre ses consommations d'énergie par poste (chauffage, électricité domestique, eau chaude, ventilation...) et savoir les interpréter en fonction du contexte (météo et usages). Les systèmes de relevés automatiques de compteurs avec interface de suivi sont très utiles pour acquérir cette connaissance du fonctionnement du logement, à condition d'être facilement manipulables et compréhensibles.

Ensuite, il faut apprendre à connaître son logement en mettant peu à peu en place des actions: que se passe-t-il en ouvrant telle fenêtre la nuit, en protégeant telle autre du soleil en journée, en cuisinant un gâteau en hiver... ?

Seule une bonne symbiose entre l'occupant et son logement permet de garantir un confort agréable été comme hiver, le tout avec des consommations d'énergie très basses. ■

Comment concevoir et utiliser un logement passif ?

De la conception à l'utilisation, un logement passif doit respecter plusieurs règles.

Elles concernent :

La conception bioclimatique du logement

- compacité de l'architecture et système d'isolation très poussé (murs, toit, sols, fenêtres triple vitrage) pour réduire les consommations de chauffage ;
- surfaces vitrées bien orientées et équipées de protections solaires pour profiter du soleil en hiver et l'éviter en été ;
- forte inertie et ouvrants de ventilation naturelle pour rafraîchir le logement la nuit.

La conception technique

- solution de chauffage réactive et centralisée pour couvrir les faibles besoins ;
- ventilation mécanique efficace pour la qualité de l'air intérieur ;
- énergies renouvelables pour couvrir les besoins de chaleur (solaire thermique, pompe à chaleur, bois-énergie...) et d'électricité (photovoltaïque, micro-éolien...).

Son utilisation

- suivi régulier des consommations d'énergie et des températures ;
- bonne compréhension du fonctionnement du logement pour réagir dans le bon sens (ventiler, ouvrir ou fermer les protections solaires, limiter les apports internes...) et anticiper (en fonction de la météo à venir).



Résidence des Grisettes à Montpellier, une construction passive de 35 logements sociaux.

© Phantom

Le smart metering, en France et dans le monde



© ERDF

Linky, le compteur intelligent développé par ERDF, équippa 35 millions de foyers français d'ici 2021.

Sans comptage ou sans mesure, il ne peut y avoir de maîtrise ou d'optimisation de notre consommation d'énergie. Grâce au smart metering, une nouvelle génération de compteurs intelligents, l'utilisateur peut suivre en détail sa consommation électrique. C'est un des leviers de la transition énergétique, et la première brique des smart grids. Explications avec Juliette Michez (ECM 2014), adjointe de l'agence d'interventions Pays d'Aix à ERDF.

En France, les compteurs électriques communiquent grâce aux CPL (courants porteurs en ligne) vers un concentrateur lui-même rattaché au poste de distribution publique du quartier. La fréquence de cette communication varie, selon la configuration, par pas de 30 minutes maximum. L'Hexagone compte plus de 35 millions de compteurs, et plus de 750 000 postes de distribution. La technologie CPL ne date pas d'hier : elle est utilisée depuis les années 1950 pour déclencher les heures creuses/pleines ou encore l'éclairage public. Elle consiste à superposer au courant

électrique alternatif (50 hertz, 230 volts) un signal à une fréquence supérieure, réservée à cet usage et de faible énergie. Le concentrateur, relais de la grappe des compteurs, communique ensuite au SI *via* GPRS, ondes utilisées par les téléphones portables.

La confidentialité des données transmises est garantie. Le sujet est bien maîtrisé par ERDF : les informations commercialement sensibles sont au cœur de ses préoccupations depuis son indépendance par rapport au fournisseur historique EDF en 2008. Ces données sont le « pétrole de demain ». Elles nourriront, comme l'explique Christian Buchel, chef digital and international officer au sein d'ERDF (Supélec 1987), « *un big data au service de la performance des métiers et la qualité de service (développement d'algorithmes pour aller vers une maintenance prédictive, et donc prévenir les pannes), mais aussi au service des clients (qu'ils soient consommateurs ou producteurs d'électricité), des territoires et du monde de l'innovation.* »

35 millions de foyers équipés d'ici 2021

Du fait de l'importance de cette stratégie de big data, ERDF a décidé de développer sur tout le territoire la technologie de smart metering à travers le compteur intelligent Linky. Aujourd'hui, ERDF est chargée de la gestion de 95 % du réseau de distribution d'électricité en France. La distribution publique concerne le réseau compris entre 50 kV (les puissances supérieures étant trans-

portées par RTE) et 230 volts (les clients particuliers). Les 5 % restants sont exploités par les 160 ELD (entreprises locales de distribution). Ces ELD pourront aussi s'appuyer sur le système développé par Linky. Le fameux compteur vert anis intégrera tous les foyers français d'ici 2021, sans frais pour le client. En France, le déploiement des compteurs intelligents faisant partie du domaine concédé à ERDF et aux ELD, les usagers ne pourront pas s'opposer à son remplacement.

En PACA, le premier compteur a été posé dans les quartiers nord de Marseille en décembre 2015. Et ce n'est que le début : 90 % des anciens compteurs (35 millions de foyers) seront remplacés d'ici 2021 (sur le site d'ERDF, il est possible de connaître la date d'arrivée du compteur chez vous grâce au code postal de votre commune).

Ce déploiement massif s'appuie entre autres sur les retours d'expériences des préséries Linky (en zone urbaine sur Lyon et rurale en Indre-et-Loire) et des dix-huit démonstrateurs de smart grids (dont Lyon, Nice, Lorient...) qui ont été lancés par ERDF dès 2009.

Gazpar, le compteur communicant analogue pour le gaz, équipera de même d'ici 2022 ses 11 millions de clients.

Le smart metering, première brique des réseaux intelligents

Le smart metering constitue la première brique des smart grids, réseaux intelligents utilisant les TIC pour optimiser la production, la distribution mais également la consommation d'électricité, et permettre de répondre ainsi aux défis majeurs de la transition énergétique. Le premier de ces défis consiste à intégrer les énergies renouvelables et à faire face au développement de la mobilité électrique, sans déséquilibrer le réseau. Le second permet aux consommateurs finaux d'avoir facilement accès à leurs données de consommation d'électricité pour mieux la maîtriser. Les fournisseurs pourront alors proposer des offres intelligentes permettant d'optimiser les capacités de flexibilité et donc d'éviter les pics de consommation, générateurs d'énergies carbonées.

La téléopération de certaines interventions (mise en service, adaptation de la puissance, relève de la consommation) permet de gagner en rapidité et en simplicité. La maîtrise

de la consommation devient alors plus facile, grâce à des données fiables et régulières et à des alertes. Les fournisseurs peuvent également adapter leurs offres plus finement pour plus de compétitivité pour le client, et pour améliorer l'équilibre du réseau.

Enfin, le projet Flexgrid, porté par la région PACA et piloté par ERDF, fait partie des trois

dossiers retenus dans la catégorie « Réseaux électriques intelligents » de la Nouvelle France industrielle, feuille de route mise en place par le gouvernement. 130 millions d'euros seront ainsi débloqués par l'État au développement de ces réseaux électriques intelligents pilotes, afin de conforter la position stratégique de la France sur le marché mondial. ■

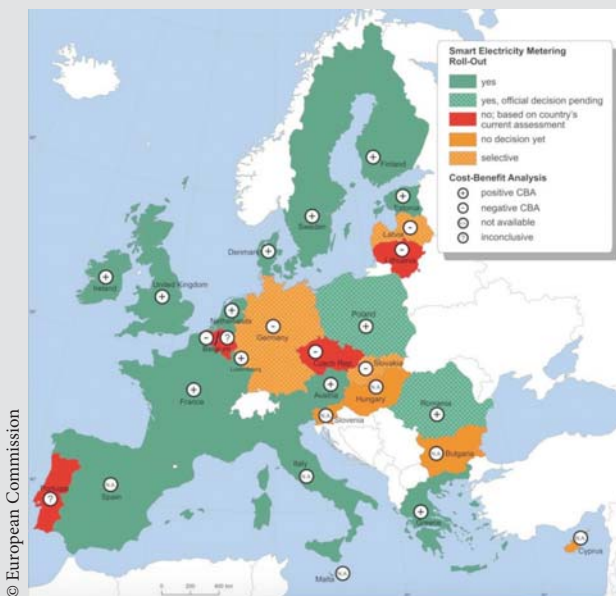


**Juliette Michez
(ECM 2014)**

a toujours été passionnée par les énergies. Après une spécialisation en énergies durables et un TFE en Angleterre au sein du projet EDF d'EPR, elle a intégré ERDF en tant qu'adjointe de l'agence d'interventions du Pays d'Aix. Elle est aujourd'hui au cœur du déploiement et de l'exploitation de Linky.

Le smart metering dans le monde

EUROPE



La législation européenne encourage la mise en place de smart metering et de smart grids. C'est l'objet des directives du Parlement européen fixant les règles communes pour le marché intérieur européen : 2009/72/CE pour l'électricité, et 2009/73/CE du 13 juillet 2009 pour le gaz. Les politiques de déploiement de smart metering ne sont pas uniformes dans toute l'Europe. En ce qui concerne l'électricité, en Italie, Finlande et Suède, plus de 90 % des clients finaux sont déjà équipés de compteurs communicants, quand dans beaucoup d'autres pays, le projet est encore en cours de déploiement. Pour le gaz, seule l'Italie a finalisé son déploiement. Ces différences d'avancement sont principalement dues à deux facteurs. D'une part, la multiplicité du nombre de distributeurs (2 400 en Europe, dont seulement 190 distributeurs de plus de 100 000 clients) est un frein au renouvellement massif des compteurs. D'autre part, la confidentialité des données est un sujet sensible, particulièrement en Europe de l'Est.

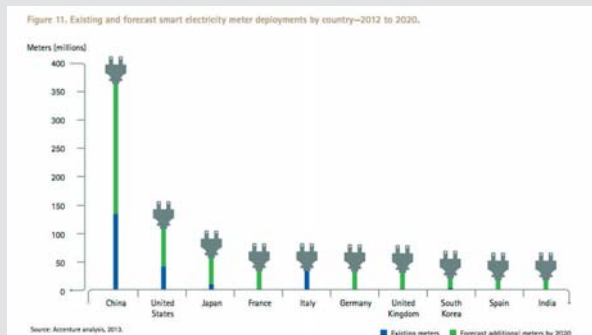
ASIE

L'Asie dominera le marché des compteurs communicants (65 % du volume des compteurs installés à l'horizon 2020), notamment grâce au développement des marchés japonais et chinois. La Chine,

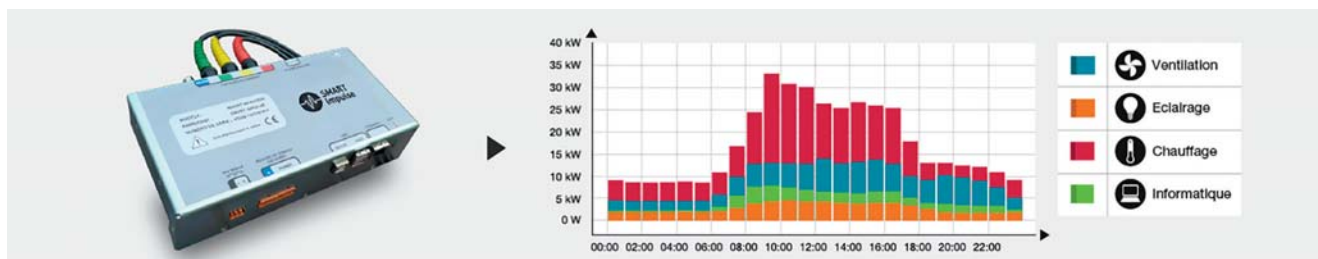
qui avait déjà installé plus de 210 millions de compteurs en 2014, vise aussi une exportation de ses technologies (Holley Metering) et installe ses propres compteurs. Au Japon, l'incident nucléaire de Fukushima a accéléré le programme de déploiement dans ce pays qui importe plus de 85 % de son électricité, afin d'en maîtriser les coûts et les consommations. Le Japon, via les sociétés Mitsubishi et Tepco, déploie ses compteurs depuis 2014 (27 millions devront être posés à horizon 2020). En Corée du Sud, le déploiement via Kepco se fait au rythme d'un million de compteurs par an. L'Australie et la Nouvelle-Zélande se sont également lancées dans l'aventure. L'Inde, quant à elle, ne prévoit de déployer que 18 millions de compteurs d'ici 2020.

AMÉRIQUES

L'Amérique du Nord a été leader dans le domaine. Aux États-Unis, plus de 50 millions de compteurs ont été déployés (43 % des foyers) en 2014. Plus de la moitié des fonds du Smart Grid Investment Grant (programme gouvernemental), soit 3,4 milliards de dollars, y a été consacré. On dispose ainsi de premiers retours d'expérience mettant en valeur l'efficacité (baisse de 10 à 20 % de la consommation) de ces compteurs quand ceux-ci sont également couplés à des offres adaptées de distributeurs (cartes prépayées en crédit d'électricité, comme dans le Salt River Project) ou dotés d'un système d'alerte. Au Québec, 2,7 millions (sur 3,8 millions) de compteurs sont déjà installés. Mais c'est bien l'Amérique latine qui a le plus fort potentiel. Le smart metering y est fortement motivé par les pertes non techniques (fraudes) qui représentent environ 10 % de l'énergie consommée. Elle devrait dépenser 22,6 milliards de dollars d'ici 2025. Le Mexique a déjà sélectionné ses fabricants afin d'en déployer plus de 30 millions et le Brésil prévoit de déployer 3 millions de compteurs d'ici 2025.



Mieux comprendre, pour mieux consommer son énergie



Smart Impulse est une entreprise innovante créée en 2011 qui commercialise une technologie de rupture permettant de caractériser simplement un profil de consommation électrique par usage et rend possible l'émergence de nouveaux modèles permettant aux gestionnaires de bâtiments de mieux consommer. Le point avec Charles Gourio (ECP 10), cofondateur et directeur du développement.

L'innovation proposée par Smart Impulse est à la convergence de l'Internet des objets et du big data. Elle combine effectivement un compteur électrique nouvelle génération, le Smart Analyzer, qui mesure et communique un type de données spécifique (les signaux électriques à haute fréquence) avec des algorithmes de pointe pouvant identifier grâce à ces signaux l'origine de la consommation électrique par type d'appareils (éclairage, informatique, chauffage, etc.). Le principe utilisé par Smart Impulse est similaire à la capacité de l'oreille humaine à identifier les instruments qui jouent en même temps dans un orchestre, mais adapté aux réseaux électriques en reconnaissant les signatures des différents types d'appareils qui consomment.

Pour l'utilisateur le premier avantage est une mise en place très simple : le Smart Analyzer est installé en moins de deux heures et sans coupure par n'importe quel électricien. Mais surtout la vision des consommations par usage permet aux gestionnaires de bâtiments tertiaires de cibler en moyenne 15 % d'économie sur leurs consommations électriques, sans investissement, simplement en optimisant le fonctionnement de leurs systèmes existants. Les économies générées par le client sont telles que la solution est rentabilisée en moins d'un an. Ce point est fondamental car il fait tomber une barrière à l'entrée pour l'accès à l'efficacité énergétique : le coût d'investissement initial.

Un service global

À ce jour, Smart Impulse a analysé environ quatre cents bâtiments, soit trois millions de mètres carrés dans seize pays. Nous avons une double approche commerciale. Nous ciblons à la fois les grands groupes mais également les prestataires de services énergétiques. Les clients grands groupes Total, Crédit Agricole ou SNCF souhaitent garder le sujet de la maîtrise de l'énergie en interne. C'est pourquoi nous leur proposons des solutions et un accompagnement leur permettant d'atteindre leurs objectifs d'efficacité énergétique. Avec nos partenaires prestataires de services énergétiques (par exemple Cofely, Dalkia ou Bouygues Énergies & Services), nous avons une approche différente : nous les aidons à dimensionner et suivre des contrats de services énergétiques, leur permettant par exemple de garantir à leurs clients une performance énergétique globale tout en contrôlant leurs risques grâce à la vision des usages électriques.

Une autre valeur ajoutée qui émerge et va se renforcer dans les prochaines années est la

gestion dynamique de son profil de consommation afin de profiter au maximum de la variabilité croissante du prix de l'électricité.

Smart Impulse a construit un écosystème de partenaires complémentaires parmi les leaders mondiaux des services énergétiques. Cela permet de fournir un service global aux utilisateurs finaux pour une meilleure consommation. La mise en œuvre de ce type d'approche en écosystème demande un pré-requis, celui d'être capable de proposer des solutions simples à déployer, des données fiables et pouvant être récupérées par nos partenaires de façon simple, et avec un modèle économique aligné avec le leur. Smart Impulse propose par exemple des API (interfaces de programmation) qui permettent à nos partenaires de récupérer automatiquement les données que nous leur fournissons et de les intégrer dans leurs outils de gestion ou dans les plateformes logicielles qu'ils proposent à leurs clients.



Charles Gourio (ECP 10)

Diplômé de Centrale Paris en systèmes d'informations et entrepreneuriat. Charles Gourio a commencé sa carrière dans le conseil en innovation à l'Atelier BNP Paribas à San Francisco. Ensuite, il rejoint le département marketing de Withings (un des leaders de l'Internet des objets) avant de travailler dans le capital risque chez Amundi Private Equity. En 2011, il décide de cofonder Smart Impulse avec Dorian Tourin-Lebret (ECP 10) et Henri Colas (ECP 10). Il en est aujourd'hui le directeur du développement.

EN 2016, J'ADHÈRE À L'ASSOCIATION !

ENSEMBLE
CULTIVONS &
PARTAGEONS NOS TALENTS !



BULLETIN D'ADHÉSION 2016

À découper et à nous retourner accompagné du règlement à :
Association des Centraliens – service adhésion – 8 rue Jean Goujon – 75008 Paris

- ☐ OUI, j'adhère à l'Association des Centraliens pour un **montant de 180 €**.
- ☐ Je préfère devenir membre « premium » pour un **montant de 360 €** et recevrai alors gratuitement la revue Centraliens ainsi qu'un cadeau membre « premium ».
- ☐ OUI, je m'abonne à la revue **Centraliens** et recevrai 6 numéros dans l'année.
- ☐ 20 € membres
- ☐ 40 € non-membres

Montant total :€



Mes coordonnées :

☐ M ☐ Mme Nom Prénom Promotion

Adresse

Code Postal I _ I _ I _ I _ I Ville

E-mail @ Tél.:

Je règle par :

- ☐ Chèque bancaire à l'ordre de l'Association des Centraliens
- ☐ Je préfère adhérer à l'Association des Centraliens et/ou m'abonner à la revue via le formulaire en ligne sur **www.centraliens.net**



« Je ne pense jamais au futur. Il vient bien assez tôt »

A. Einstein



Optimiser la consommation d'énergie du futur ? Les objets connectés contiendront l'intelligence suffisante mais encore faut-il penser l'interopérabilité de tous ces systèmes et déployer les réseaux télécom spécifiques qu'ils nécessitent. Explications avec Rodolphe Falzerana (ECM 04), membre actif de l'institut G9+ et du comité de rédaction du livre blanc *Les Nouveaux Eldorados de l'économie connectée*.

Rien de tel qu'une douce lumière adaptée à votre cycle de sommeil, diffusée par votre réveil connecté Holî, et l'odeur du café préparé par votre cafetière branchée sur une prise intelligente Homelive. Votre écran de salon Samsung diffuse votre station radio préférée. Plutôt que de prendre votre voiture, l'intelligence artificielle de votre maison vous recommande, considérant les conditions météorologiques et de trafic, les transports en commun pour aller à votre rendez-vous. Trente minutes plus tôt, le système de gestion de l'énergie a arrêté le cycle de séchage de votre linge et le reprendra après votre départ au moment le plus économe.

Un futur proche

Pour les particuliers, les objets connectés vont procurer des expériences de vie extraordinaires. Pour les professionnels, l'Internet des objets représente un marché en plein essor. Pour notre société, cette immense opportunité évoque un défi de taille. Imaginez 25 à 50 milliards d'objets connectés d'ici 2020.

Avant de voir le futur s'installer dans nos maisons, il va falloir faire des économies sur l'énergie nécessaire au fonctionnement de ces systèmes. Non seulement il s'agit d'alimenter en électricité des milliards d'objets connectés mais aussi de déployer des réseaux télécom spécifiques. Les réseaux actuels ne pourront répondre à la demande. Beaucoup de ces objets connectés fonctionneront sur batterie à la durée de vie limitée. De bonnes raisons pour lesquelles sont déployés des réseaux Low-Power Wide Area (LPWA), des réseaux à basse consommation capables de couvrir de longues distances.

Bonne nouvelle ! Parmi les opérateurs de LPWA, la société française Sigfox se porte très bien avec une levée de 100 millions d'euros en février 2015. Elle a d'ailleurs récemment annoncé son développement aux États-Unis. Une bonne nouvelle ne vient jamais seule. Orange a annoncé le déploiement du réseau LoRa, autre solution de LPWA, dans dix-sept agglomérations françaises dès 2016. Les salariés d'Orange y contribueront activement en installant chez eux cinq mille lampes LoRa. Faisant office de répéteurs, ces lampes permettront d'élargir la zone de couverture jusque dans les sous-sols des habitations. Par exemple, sera fourni avec la lampe LoRa un traqueur GPS à fixer sur un vélo qui permettra de détecter les vols. Deux exemples, deux sociétés, deux technologies, mais aussi deux écosystèmes différents.

Un futur incertain

Entre nous et ce futur radieux vient s'interposer le problème de l'interopérabilité. D'un



Rodolphe Falzerana (ECM 04)

Diplômé de Centrale Marseille, Rodolphe Falzerana, Responsable

Marketing Digital chez Orange Vallée, travaille depuis douze ans dans l'innovation. De l'idée à sa mise sur le marché, son parcours lui a permis d'aborder différentes stratégies et business models. Au sein de l'Institut G9+, Thinktank du numérique, il organise manifestations et rédaction de livres blancs.

côté, Sigfox détient et tire son revenu de la location de son réseau et de sa couche logicielle et agrège son écosystème de partenaires en pariant sur des coûts faibles. De l'autre, le réseau LoRa est porté par une organisation à but non lucratif, une alliance de plus d'une centaine d'entreprises qui se dit très ouverte. La LoRa Alliance vise à produire les standards du réseau LPWA et ses certifications. Quant aux coûts, ils semblent nettement plus incertains puisqu'il faut négocier directement avec les membres de l'alliance, des entreprises privées ou des institutionnels. En revanche, le développement de la technologie Sigfox promet d'être plus rapide car non contrainte par la prise de décision collégiale qu'impose une alliance.

En plus des réseaux, il faut un langage commun pour faire communiquer les objets ensemble. D'autres acteurs majeurs de cette industrie l'ont compris et se sont rassemblés autour du Thread Group : Nest Labs (Google), Samsung, ARM Holdings, Freescale, Silicon Labs, Big Ass Fans et Yale. Pour pallier le Wi-Fi trop énergivore, Thread propose un nouveau protocole de communication pour les objets de la maison.

Un futur prometteur

Des solutions seront commercialisées dans l'année pour économiser l'énergie au quotidien. Annoncée le 16 mars par Stéphane Richard (PDG d'Orange) lors du Show Hello 4, l'offre Homelive, avec le service e.équilibre d'EDF, permettra bientôt de mesurer la température de l'habitation en continu. Des scénarios de gestion simples seront alors proposés aux clients pour optimiser leur chauffage. On estime le gain de 5 à 15 % sur la consommation énergétique sans diminuer le confort du foyer.

Dans la même veine, Ecoisme est le « Shazam de l'électricité domestique » d'après ses concepteurs ukrainiens. Branché à votre réseau électrique, il reconnaît tous les appareils de la maison et veille à l'optimisation des consommations énergétiques. Si vous oubliez une simple ampoule allumée, si vos enfants jouent à la console au lieu de faire leurs devoirs, vous le saurez. Trêve d'anecdotes, cet objet promet d'être un véritable gestionnaire de votre énergie domestique.

Autre service intelligent, le thermostat Ween géolocalisera les smartphones des occupants de la maison pour adapter en temps réel la température de votre foyer, et vous promet de belles économies. Cette entreprise aixoise annonce que « 71 % des propriétaires d'un thermostat finissent par ne plus s'en servir¹. C'est pourquoi Ween vous libère de cette contrainte et règle le chauffage pour vous quel que soit le planning de votre journée. » Cette start-up a compris que l'abandon est le risque numéro un pour l'objet connecté, taxé de gadget. L'un des enjeux majeurs sera l'expérience de l'utilisateur qui ne veut surtout pas être constamment dérangé par des informations, autant d'intrusions.

Un futur espéré

Qui va s'installer dans nos salons pour traiter ces informations ? C'est un combat entre la box de notre FAI, nos consoles de jeu, nos constructeurs d'écrans TV, et bien évidemment les GAFA : Apple TV, Google Chromecast, Amazon Fire TV et, inspiré du film *Iron Man*, le projet personnel d'intelligence artificielle de Mark Zuckerberg. Qui maîtrisera le big data couplé à l'intelligence artificielle pour nous donner la meilleure expérience ? Le futur, qui vient bien assez tôt, nous le dira... ■

1. Étude Deloitte 2015.



Deux objets connectés : la lampe LoRa (au-dessus) et le système de surveillance de l'énergie intelligent, Ecoisme.



En 2016, la solution Ween a reçu le premier Innovation Award du CES Las Vegas décerné à un thermostat. (De g. à d. sur la photo) Nathanaël Munier, cofondateur, Jean-Laurent Schaub, cofondateur et directeur général, et Eric Burkel, directeur financier.