

# L'usage des objets communicants dans le monde des entreprises électriques

Par **Vincent AUDEBERT**  
EDF R&D, France

## Une longue histoire

Du fait de certains de leurs ouvrages, tels la production hydroélectrique logée le long d'une vallée ou le réseau de distribution s'étalant sur un département, les électriciens se sont rapidement intéressés à faire communiquer leurs équipements.

Bien sûr, à la fin des années 1980, début des années 1990, les termes employés étaient différents, on faisait de la télésurveillance, des télécommandes, voire de la télégestion. Et le minitel était une interface homme-machine très courante pour paramétrer les systèmes.

La mise en place de ces systèmes était complexe, demandait des ingénieurs qualifiés pour maîtriser les différents composants de la chaîne, suivait le plus souvent des standards d'entreprise et quelques normes internationales émergentes. Et dès qu'il fallait créer un système similaire pour une autre application, tout était à refabriquer.

C'est pourquoi il n'y a pas eu de multiplication de la diversité de ces objets communicants sur ces trente dernières années : il fallait multiplier les systèmes et les ingénieurs, mais ça n'a pas empêché le système électrique de continuer à bien fonctionner.

## Une évolution de fonctionnement

La communauté européenne dans sa lutte contre le changement climatique a lancé depuis plusieurs années un grand plan pour promouvoir l'installation d'énergies renouvelables. Les réseaux qui étaient conçus à l'origine pour acheminer de l'électricité depuis quelques gros centres de production vers les consommateurs ont vu leur utilisation modifiée. Des systèmes de génération d'électricité, beaucoup plus petits, par exemple quelques kW (kilowatts) de panneaux photovoltaïques, sont installés jusque chez les clients particuliers. Il y a aussi des systèmes éoliens de plus grosse capacité, quelques MW (mégawatts), qui sont installés et raccordés sur le réseau HTA (haute tension A). Tout ceci crée de la production d'électricité qui peut, dans certains cas, utiliser le réseau dans un sens non conventionnel.

Une autre caractéristique de ces générateurs distribués, c'est qu'ils n'ont pas une production pilotable : ils sont liés à la présence de soleil et de vent. Afin de retrouver de la flexibilité pour pouvoir à tout moment produire autant d'électricité que ce qui est consommé, les électriciens ont travaillé sur la modulation de la demande, vu que le niveau de production de ce type de production est fixé par des éléments extérieurs. Il faut donc pouvoir inciter les consommateurs à faire évoluer leur niveau de consommation dynamiquement. Cette possibilité étant renforcée par de nouveaux usages comme les batteries et les véhicules électriques. Pour une description plus approfondie des *smart grids*, on pourra se référer à la publication Enedis<sup>(1)</sup>.

Cette évolution du système électrique peut être facilitée par des objets communicants.

---

(1) <https://www.enedis.fr/sites/default/files/documents/pdf/2021-01/smart-grids-innovation-au-service-des-clients-et-enjeux-energetiques-des-territoires.pdf>

## L'objet communicant emblématique des électriciens : le compteur électrique

Depuis le début des années 1990, tous les compteurs qui ont été conçus pour le marché français étaient communicants. On trouve une communication locale pour pouvoir recueillir les informations de comptage depuis l'extérieur des logements, une autre communication locale pour fournir des informations aux clients et pour les modèles à destination des clients industriels et tertiaires, et une communication utilisant le réseau téléphonique commuté.

À partir des années 2000, les solutions permettant de relever à distance les compteurs se sont généralisées dans le monde, par exemple avec le plan Obama aux États-Unis. En France, c'est le compteur Linky qui, fin 2021, sera déployé à 35 millions d'unités.

La caractéristique de tous ces déploiements mondiaux, c'est qu'ils sont, à leurs débuts, encore sur le schéma classique de systèmes spécifiques. Le fait que le nombre de points terminaux soit très important, se comptant en centaines de milliers, voire millions d'unités, permet de mobiliser les nombreux ingénieurs requis sur ces projets. Les progrès faits dans le domaine de la normalisation autour des systèmes de comptage, grâce aux travaux des comités techniques 13 et 57 de la Commission électrotechnique internationale ainsi qu'à l'organisation non gouvernementale DLMS User Association, facilitent la conception.

## Tour d'horizon des écueils autour des objets communicants

Comme présenté précédemment, les objets communicants au service des électriciens, c'est une longue histoire, et la profession sait donc que ça fonctionne. Cependant, on n'a pas vu de déploiements massifs de ces nouveaux objets dans la communauté électrique, ni d'ailleurs parmi les autres verticaux, depuis les prévisions mirifiques du milieu des années 2010 (voir celles de Machina Research <sup>(2)</sup>).

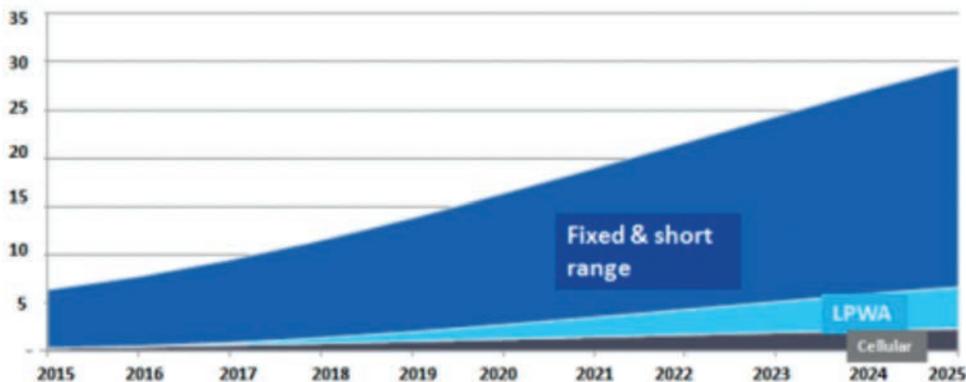


Figure 1: Évolution du nombre d'objets connectés dans le monde (Source : IOT Global Forecast Analysis)

Ce qui va être demandé aux objets communicants, c'est d'apporter de la valeur sur des métiers existants. Il faut donc pouvoir les intégrer avec les solutions existantes et non pas re-crée un nouveau système parallèle. De plus, comme ces objets vont être nombreux et divers, il faut pouvoir mutualiser leur gestion, afin de mobiliser moins d'ingénieurs pour leur mise en œuvre.

(2) <https://fr.scribd.com/document/414161131/2016-08-03-Iot-Global-Forecast-Analysis-2015-2025>

Leur gestion se doit d'être sécurisée, aussi bien à l'installation que sur le temps long, car l'une des particularités des électriciens est de travailler avec des équipements qui vont fonctionner plusieurs dizaines d'années.

Il va donc falloir s'appuyer sur des systèmes les plus découpés possibles pour permettre aux différents éléments d'évoluer selon les besoins, en utilisant un maximum de normes et standards.

On peut voir ci-dessous un schéma global tel que proposé par le groupe EDF en 2019.

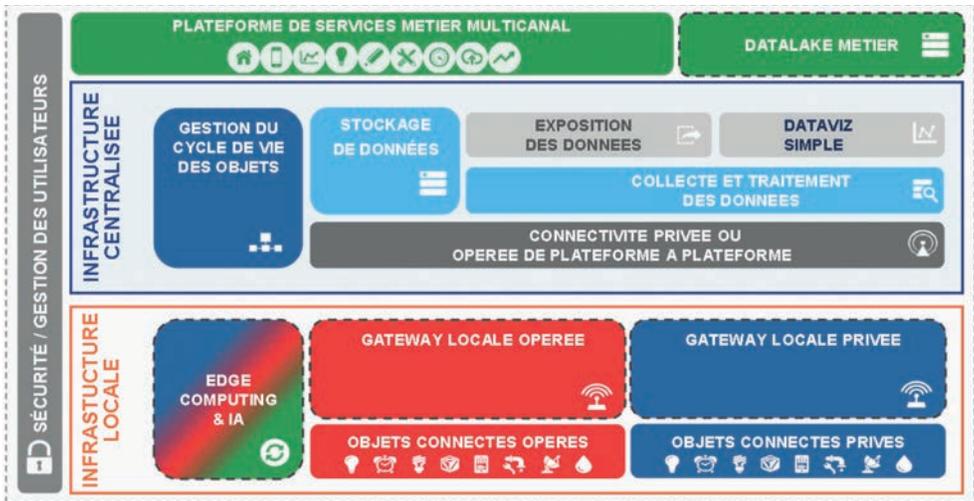


Figure 2 : Exemple d'architecture de plateforme IoT (Source : EDF 2019)

On y remarque un point qui n'a pas été abordé jusqu'à présent : les objets communicants évoluent vers des systèmes intelligents, où l'intelligence peut être répartie tout le long du cheminement de la donnée : dans l'objet, dans une passerelle, dans le réseau de communication, jusqu'au *cloud*. La gestion de tous ces niveaux de *edge computing* (ou informatique en périphérie de réseau) ajoute encore de la complexité au système technique présenté, car les standards pour gérer cette informatique sont balbutiants.

Certains cas d'usages peuvent être très coûteux à faire évoluer en cas de mauvais choix technologiques. Un objet de suivi de positionnement peut être facilement remplacé lors du retour de l'équipement sur un entrepôt alors qu'un équipement enfoui sur le terrain sera coûteux en temps en cas de remplacement par suite d'un mauvais choix technique. Ce critère de facilité d'évolution en cas de souci peut expliquer pourquoi certains cas d'usages prometteurs ne dépassent pas le niveau du pilote.

La gestion d'un accès local sécurisé et standardisé sur les objets à seules fins de mise à jour ou calibration est aussi un problème à prendre en compte. L'arrivée du standard ACE-OAuth<sup>(3)</sup> de l'IETF (Internet Engineering Task Force qui élabore et promeut des standards Internet) pourra aider.

## Potentiel pour des objets communicants dans le monde des électriciens

Comme toute entreprise industrielle avec des équipements qui s'étendent sur de larges zones et du personnel technique pour les installer et les entretenir, les entreprises du domaine électrique sont intéressées par l'apport des objets communicants.

(3) <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-ace-oauth-authz/>

## Les objets communicants pour améliorer l'exploitation

On va trouver dans cette catégorie les objets qui par leurs données ou actions permettent d'optimiser le quotidien de certains métiers. Par exemple : ajouts de capteurs permettant de connaître les niveaux de neige, les niveaux d'eau aussi bien dans une rivière que dans un ouvrage avec risques d'inondation, les transits énergétiques dans les câbles électriques, la présence d'un défaut sur un réseau électrique HTA, la localisation d'un matériel mobile et son état (touret de câble, groupe électrogène, outils industriels).

## Les objets communians pour améliorer la maintenance

Cette catégorie d'objet vise en priorité à connaître l'état d'un équipement pour pouvoir réaliser la maintenance au meilleur moment. Il peut d'agir d'un boîtier pour surveiller les transformateurs HTB/HTA, des nombreux capteurs non intrusifs qui portent sur les multiples moteurs électriques des installations industrielles en mesurant leur consommation électrique, les vibrations ou les sons émis par ces équipements. L'intelligence de traitement peut être intégrée au capteur, déportée sur une passerelle, voire même dans le *cloud*.

## Les objets pour sécuriser et augmenter les intervenants

Les électriciens peuvent aussi bénéficier des objets communicants, avec des vêtements ou équipements de protection communicants. Par exemple : des détecteurs de proximité de réseau électrique, des dispositifs de sécurité permettant de rester en communication avec sa base ou son équipe en cas de travail isolé. Il y a aussi des solutions d'assistance à distance utilisant des lunettes équipées de caméras, voire des solutions de réalité augmentée.

## Les objets communicants du monde connexe

Comme présenté précédemment, les électriciens ont de plus en plus besoin d'interagir avec les équipements au-delà du compteur, pour assurer de la flexibilité au système électrique. Les écosystèmes de la maison intelligente et du véhicule électrique, de par leur capacité à moduler leur consommation en allant même jusqu'à produire de l'énergie sur le réseau, doivent être pris en charge. Ici, un nouveau défi attend les électriciens : autant les objets issus du monde industriel en ligne avec les métiers pouvaient s'intégrer dans des systèmes existants en utilisant des normes et standards habituels, autant ces nouveaux domaines se sont construits sur leurs propres standards, nécessitant des passerelles pour faire fonctionner les solutions de bout en bout. Des travaux sur des ontologies communes sont en cours pour faciliter une gestion sans coutures de la flexibilité sur les réseaux électriques.

## Deux exemples d'objets communicants du monde électrique

### Comment connecter un manomètre ?



On souhaite remplacer la lecture manuelle de manomètres par un système automatique. Ça ne semble pas compliqué, des systèmes de mesure de pression communicant sur pile existent. Oui, mais le système des manomètres suit une réglementation des plus strictes qui ne permet pas leur remplacement simplement. Alors, on va pouvoir opter pour un capteur qui va lire le manomètre grâce à une intelligence embarquée, puis transmettre la valeur interprétée au système d'information.

Figure 3 : Lecteur de manomètre (Source : D. R.)

C'est ce que fait le produit de la société Cypress, déjà utilisé aux États-Unis.

### **Suivre les condamnations et consignations d'ouvrages**

On cherche un objet qui permet de s'assurer qu'un équipement est bloqué dans l'état prévu. On va utiliser pour cela un cadenas à câble, qui auto-surveille son état (détérioration du câble, ouverture intempestive) et peut être supervisé à distance. Le système offre aussi la possibilité de vérifier qu'il est posé sur le bon équipement, grâce à une communication locale par QR code ou RFID (Radio Frequency IDentification) avec la tablette de l'intervenant et le cadenas avec une communication BLE (Bluetooth Low Energy).

Ce type de produit commence à arriver sur le terrain, comme, entre autres, celui de la société française Ineo-sense.



Figure 4 : Cadenas connecté (Source : D. R.)

### **Conclusion**

Les progrès réalisés par l'électronique permettant d'avoir des capteurs autonomes, embarquant de l'intelligence, des réseaux de communications spécialisés pour envoyer quelques bits par jours tels LoRaWAN et de la vidéo en temps réel avec la 5G favorisent l'arrivée d'objets communicants dans le monde de l'électricité. IRENA (Agence internationale pour les énergies renouvelables) en prévoit 75 milliards en 2025<sup>(4)</sup>.

L'émergence de normes et standards rassure quant à l'exploitabilité sur le long terme.

Ceux-ci permettront à l'écosystème autour des entreprises électriques de mieux appréhender les défis de la décarbonation de l'économie.

(4) [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA\\_Internet\\_of\\_things\\_2019.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Internet_of_things_2019.pdf)