

Les enjeux de la numérisation pour les gestionnaires du réseau de distribution

Par Sébastien JUMEL et Pierre MALLET

Enedis

Le réseau public de distribution d'électricité se trouve, partout dans le monde, au carrefour de nombreuses transitions, que ce soit en matière environnementale, technologique, numérique, économique ou encore sociétale.

Nous allons passer d'un système électrique centralisé à un système partiellement décentralisé reposant sur des moyens de production intermittents et donc bien moins pilotables. L'optimisation de la distribution se jouera à des mailles variées, de plus en plus locales. Et la flexibilité, permise par une utilisation intelligente des données, sera la clé du système. Ces transformations vont très largement s'appuyer sur le réseau de distribution de l'électricité, lequel devient ainsi la véritable colonne vertébrale de la transition écologique en cours.

Les solutions fondées sur le traitement des données sont essentielles pour mettre en œuvre ces transformations, dès lors qu'elles ouvrent des perspectives d'amélioration majeure de notre performance et de développement de services.

Le compteur communicant Linky constitue un maillon central de cette numérisation. Avec lui, Enedis bascule dans le monde du *Big Data*. Linky ouvre la voie au pilotage dynamique des usages, facilite l'essor de l'autoconsommation et rend possible une offre de nombreux nouveaux services. C'est aussi un formidable outil pour améliorer la performance de la gestion du réseau.

Bien sûr, cette transformation ne se fera pas en un jour, mais elle va s'accélérer, imposant un rythme d'innovation de plus en plus soutenu. Et nous ne pourrons répondre à ce défi qu'en bénéficiant d'un écosystème performant, d'un cadre réglementaire adapté et de la mobilisation de tous les salariés de notre société.

Les réseaux de distribution d'électricité se trouvent, partout dans le monde, au carrefour de nombreuses transitions, que ce soit en matière environnementale, technologique, numérique, économique ou encore sociétale. Toutes ces transitions impactent profondé-

ment les métiers de la distribution. Elles nous orientent vers une gestion des réseaux plus proche des territoires, plus écologique, plus locale et plus inclusive. La condition de ces évolutions est partout la même : accélérer la numérisation.



La flexibilité permise par une utilisation intelligente des données sera la clé de l'intégration des EnR dans le système électrique – Photo©Enedis.

Nous allons passer, en quelques décennies, d'un système électrique centralisé à une maille, souvent nationale, reposant sur une production pilotable, qui s'adapte à la consommation (en partie imprévisible à très court terme), à un système électrique majoritairement décentralisé s'appuyant sur des moyens de production intermittents, et donc moins pilotables, et se situant souvent au plus près des consommateurs. Des innovations émergent pour améliorer sinon la pilotabilité, au moins la prévisibilité de la production des moyens solaires et éoliens. En parallèle, des logiques locales se développent pour permettre d'adapter autant que faire se peut la consommation à la production, avec l'émergence de solutions de flexibilité, d'autoconsommation et de stockage. Certaines logiques d'autonomie vont certes voir le jour (*micro-grids* privés), mais cette décentralisation va avant tout s'appuyer très largement sur le réseau de distribution d'électricité existant, qui va devenir la véritable colonne vertébrale de la transition écologique en cours.

Le compteur communicant, premier maillon de la numérisation

Le déploiement des compteurs communicants (Linky pour Enedis) et la transformation numérique font apparaître une nouvelle facette du métier de gestionnaire de réseaux électriques, qui intègre, de fait, une activité de gestion de données. Ils ouvrent ainsi de nouvelles perspectives, à la fois en termes d'amélioration majeure de la performance industrielle, mais aussi de développement de nouveaux services. La *data* est devenue la nouvelle richesse de ces systèmes numériques qui permettent d'assurer, en temps réel, un équilibre entre la production et la consommation ; une opération de plus en plus complexe et qui est réalisée pour partie au plan local.



Le compteur communicant Linky constitue un maillon central de la numérisation des distributeurs d'électricité – Photo©Enedis.

Linky a d'abord été un projet industriel de longue haleine (d'une durée de six ans), qui a été achevé dans les délais et pour un budget total (un peu plus de 4 milliards) inférieur à celui prévu initialement. Plus de 34 millions de compteurs ont ainsi été posés (90 % des foyers français) et 750 000 concentrateurs ont été installés dans les postes électriques.

Ce compteur permet aujourd'hui de réaliser chaque mois plus de deux millions de télé-opérations courantes à distance. Les déplacements des équipes d'Enedis pour des interventions techniques ont baissé de plus de 70 %.

Il permet en outre aux clients qui en sont équipés de bénéficier d'une facturation sur index réels, gommant ainsi les pratiques anachroniques des factures estimées avec leur lot d'erreurs et d'approximations.

Par ailleurs, Linky représente un véritable outil de maîtrise de la consommation d'énergie grâce à sa présence dans (presque) chaque foyer français. Ce sont ainsi 8 millions de foyers français qui suivent leur consommation directement au travers d'applications dédiées, dont 2 millions de clients *via* leur compte Enedis. Ce suivi peut se faire à un pas de temps horaire (avec un taux de 98 % de remontées correctes). Cet accès à l'information permet de mieux comprendre et donc d'agir pour mieux maîtriser notre consommation d'électricité et faire des économies en adaptant nos comportements au quotidien.

À la maille d'un territoire, il a permis à Enedis de mieux contribuer à l'aménagement et à l'attractivité de celui-ci, en permettant notamment de planifier et d'observer les évolutions de la performance énergétique, de suivre la consommation électrique des bâtiments publics et d'accompagner les programmes en matière de rénovation écologique. Par ailleurs, le système Linky favorise l'intégration des nouveaux moyens de production intermittents (le solaire, l'éolien, etc.) en permettant notamment l'enregistrement par le même compteur de la consommation et de la production d'électricité.

Les fournisseurs d'électricité commencent à se saisir des différentes opportunités qui s'offrent à eux et on compte d'ores et déjà dix-neuf offres spécifiques émanant de ces fournisseurs et rendues possibles uniquement grâce à Linky : l'offre Zen d'EDF (heures creuses week-end) ou Zen + (heures creuses, le week-end et une journée au choix dans la semaine), les offres de Butagaz, de TotalEnergies, d'Enercoop (avec un abonnement à pas de 1 kW), l'offre d'Engie (heures électriques week-end)... De même, 99 % des télé-opérations demandées par les fournisseurs sont réalisées *via* le système Linky : relevés d'index, augmentation de puissance, mise en service, modification du contrat et même changement de fournisseur.

Récemment, la décision prise par certains fournisseurs d'électricité de substituer à la coupure du courant pour impayés une baisse de la puissance à 1 kW a été rendue possible grâce à Linky (abaissement de la puissance à distance, rôle de *breaker* intégré au compteur).

On peut donc dire que les fonctionnalités de Linky sont d'ores et déjà au rendez-vous.

Le compteur Linky ouvre la voie au pilotage dynamique des usages

Pour autant, de nombreuses opportunités d'innovation sont encore à développer en s'appuyant sur le compteur communicant et les possibilités offertes par le numérique.

Par exemple, l'accès aux télé-informations émanant du compteur offre aux clients la possibilité d'être informés en temps réel des grandeurs électriques mesurées et les données qui s'y attachent (périodes tarifaires, contacts virtuels, puissance instantanée...) permettent ainsi le pilotage dynamique des usages. Cette sortie numérique permet une restitution en permanence des paramètres actualisés par le compteur (toutes les deux secondes). Bien entendu, ces informations incluent aussi celles relatives à l'injection d'énergie par le producteur.

Enedis a ainsi développé une marque « Linky ready », qui permet aux fournisseurs d'énergie de disposer d'un cahier des charges leur permettant de rendre leurs appareils compatibles avec le compteur Linky et pour les clients d'être informés au moment de l'achat de leurs appareils domestiques sur la facilité de connexion de ceux-ci avec Linky.

Les exemples d'utilisation de cette fonctionnalité ne manquent pas. Par exemple, les bornes de recharge des véhicules électriques permettraient, une fois connectées à ce dispositif, de gérer globalement la recharge en limitant la puissance appelée, si la puissance totale disponible dans la maison était insuffisante. On aurait ainsi des fonctionnalités de « délestage dynamique » à la maille la plus fine, celle de chaque foyer. Pas de coupure d'électricité en cas de dépassement de la puissance souscrite, mais une limitation des usages pendant cette période de surconsommation.

Avec Linky, Enedis bascule dans le monde du *Big Data*

Avec le système Linky, Enedis est désormais un opérateur de *Big Data*, gérant plus de 35 millions de « capteurs » connectés au réseau électrique. Ouvert depuis 2015, l'*open data* d'Enedis met à disposition de chacun de nous des données énergétiques, et ce en parfaite conformité avec le RGPD.

Que ce soit le bilan électrique, la qualité de fourniture, les raccordements des EnR ou les flexibilités, toutes les données enrichies par les *data scientists* d'Enedis sont mises à la disposition de tout un chacun. Utiles aux pouvoirs publics, aux collectivités locales, mais aussi à tous les clients, ces données sont également disponibles sur : data.gouv.fr

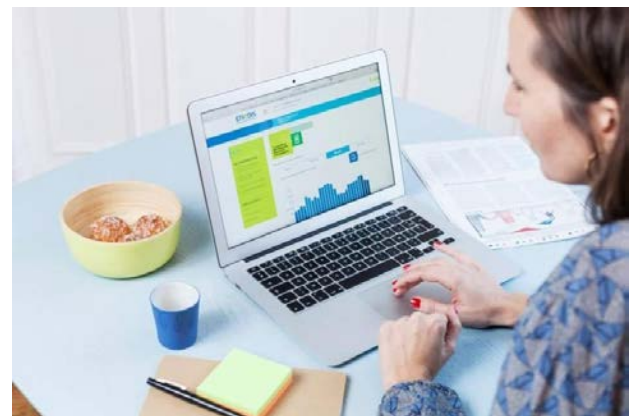
Le compteur communicant Linky est au cœur de l'essor de la pratique de l'autoconsommation

De façon corrélée au développement de la production locale, de plus en plus de clients ou de communautés souhaitent faire correspondre cette production avec leur consommation elle aussi locale. La satisfaction de ce souhait de « circuit court » entre la production locale et la consommation locale est rendue possible par la gestion dynamique du réseau. En effet, dans plus de 90 % des cas, le raccordement au réseau d'une installation en autoconsommation concerne un client qui est déjà raccordé au réseau de distribution d'électricité.

Grâce au compteur communicant, la mise en service est réalisée au maximum en 48 heures, voire en 24 heures sur simple demande et par télé-opération. Le client peut ainsi accéder en temps réel aux données relatives à sa consommation et à sa production. Et dans le cas d'opérations impliquant plusieurs clients regroupés au sein d'une communauté énergétique citoyenne, Enedis peut fournir à l'autorité organisatrice au plan local les données de calcul pour réaliser l'opération de *netting*, qui permet d'établir une facture pour chaque membre de la communauté afin qu'il équilibre ses propres contributions en matière de production et de consommation.

Au-delà de ces fonctions essentielles, de nombreux services numériques sont accessibles grâce à Linky

Linky a ainsi permis de développer des services comme l'émission d'une alerte en cas de dépassement du seuil d'énergie consommée ou de puissance appelée, voire même l'absence de consommation. Il s'agit aussi, notamment, de services développés pour la gestion de l'éclairage public : « Mon éclairage public » pour détecter certains problèmes comme le non-fonctionnement d'ampoules, ou « LACEA » qui permet d'allumer ou d'éteindre l'éclairage public en fonction de critères locaux. Ce sont encore des services d'aide développés à destination des clients démunis (mise en place de messages d'alerte en fonction de leur consommation) ou des services en lien avec la rénovation de bâtiments (cartographie par immeuble des consommations pour mieux cibler les opérations de rénovation à réaliser, bilan déthermalisé, bilan avant/après rénovation...).



Linky permet de développer de nouveaux services à destination des clients – Photo©Enedis.

Linky est également un formidable outil permettant de gérer le réseau de façon plus performante

Que ce soit à partir des données issues des compteurs ou en utilisant l'infrastructure de communication mise en place dans le cadre du projet Linky, laquelle permet de transmettre des données captées par différents

objets répartis sur le réseau, de très nombreuses solutions ont été conçues et déployées pour améliorer la performance de la gestion du réseau.

Ainsi, il est aujourd'hui possible de réaliser un diagnostic à distance portant sur le réseau basse tension. Auparavant, lorsque le distributeur recevait un appel téléphonique d'un client privé de courant, il devait s'efforcer, en lien avec celui-ci, de déterminer si la panne était vraiment sur le réseau ou si elle se situait au niveau de l'installation intérieure du client. Aujourd'hui, en interrogeant le compteur Linky à distance, le centre d'appel dépannage peut établir bien plus vite et de manière plus précise un premier diagnostic de la situation, et informer le client directement au téléphone. En interrogeant les compteurs voisins de celui concerné par une panne, il est possible de définir la zone privée d'alimentation et la portion de réseau concernée. Dans certains cas, il est même possible de détecter la défaillance d'un des composants du réseau avant que les premiers clients n'appellent pour signaler une panne.

Mais il vaut toujours mieux intervenir avant que la panne ne se produise. L'exploitation de la masse des données relatives aux variations de tension observées par les compteurs Linky permet d'anticiper certains incidents sur le réseau basse tension et donc d'intervenir avant qu'ils ne se produisent. En effet, dans certains cas, les anomalies observées en matière de qualité de fourniture, par exemple les coupures de courant ou certaines variations de tension, sont des marqueurs ou des « signaux faibles » annonciateurs d'une panne matérielle à venir. Des techniques d'intelligence artificielle – dans le cas considéré, des algorithmes d'apprentissage supervisé – permettent de faire parler ces données complexes et d'émettre des recommandations aux équipes de maintenance. Il devient alors possible d'anticiper les incidents plutôt que de les subir et de transformer des dépannages, potentiellement hors des heures ouvrées, en interventions programmées.

Sur le réseau moyenne tension, Linky permet là encore d'anticiper les interventions. Mais à la différence du réseau basse tension, ce ne sont pas les données mesurées par les compteurs qui sont directement utilisées, mais celles collectées par d'autres capteurs et transmises grâce à l'infrastructure de communication mise en place dans le cadre du projet Linky. Les réseaux sont aujourd'hui mieux surveillés, des signaux annonciateurs d'incidents sont mieux détectés, les portions suspectes sont mieux analysées et localisées ; l'information est alors transmise aux opérationnels qui peuvent investiguer sur le terrain et procéder si nécessaire aux réparations, avant même la survenue de l'incident.

Les données Linky ne sont pas seulement utilisées pour détecter des pannes et des composants devant être réparés. La connaissance détaillée des coupures et des excursions de tension au niveau du client, identifiées grâce au compteur Linky, et leur rapprochement avec des événements ayant affecté le réseau permettent d'améliorer le traitement des réclamations et de mieux cibler les solutions permettant d'améliorer la

qualité de fourniture. Il est, par exemple, possible de détecter une répartition non optimale des raccordements des clients sur les phases, ce qui peut conduire à procéder à des rééquilibrages. Il est aussi possible, dans certains cas, d'identifier le besoin de procéder à un renforcement du réseau.

Les câbles et accessoires basse tension souterrains jouent un rôle important pour assurer l'alimentation des clients, notamment dans les centres urbains. C'est pourquoi il est important de s'assurer de leur bon état et de prévoir leur renouvellement lorsque cela est nécessaire. Jusqu'à présent, ce sont des méthodes conventionnelles, fondées sur des caractéristiques clés des ouvrages précités, qui ont été utilisées pour élaborer les stratégies de renouvellement. Aujourd'hui, une approche fondée sur le traitement massif des données et l'intelligence artificielle a été développée et appliquée avec succès sur ces câbles et accessoires enfouis : elle repose sur une exploitation de toutes les données disponibles en vue d'alimenter des algorithmes auto-apprenant, et ainsi mieux cibler les ouvrages à remplacer.

Les données Linky sont par ailleurs une aide en matière de fiabilisation des données patrimoniales. En particulier, en exploitant les liens de communication existant entre les compteurs et les concentrateurs, Linky permet de vérifier le bon rattachement des clients aux postes de distribution. La qualité de ces données améliore celle des études guidant les choix d'investissement ou les décisions d'exploitation, ou encore la pertinence des informations fournies aux clients en cas de survenue d'un événement sur le réseau.

Enfin, les données collectées par Linky ont aussi permis d'améliorer de façon substantielle le service rendu par le distributeur aux acteurs de marché que sont les responsables d'équilibre¹. En effet, depuis 2018, les principaux profils types utilisés pour déterminer les flux demi-horaires d'électricité pour chaque responsable d'équilibre sont passés en mode « dynamique ». Concrètement, la valeur calculée pour un profil est adaptée toutes les demi-heures en fonction des consommations ou productions mesurées d'un panel représentatif de clients Linky. Il s'agit d'une évolution en rupture avec la modélisation « statique », moins réactive, qui était précédemment utilisée. Le profilage dynamique réduit ainsi d'un facteur deux les incertitudes relatives à l'allocation d'énergie demi-horaire entre responsables d'équilibre, ce qui représente, sur certaines périodes, plusieurs GW, soit l'équivalent de la consommation résidentielle en Île-de-France « à la pointe ». Ce traitement de données massives a ensuite été généralisé à l'ensemble des sites « profilés » du marché de masse (soit 37 millions de sites concernés).

¹ Les responsables d'équilibre sont des opérateurs qui se sont engagés contractuellement avec RTE à financer le coût des écarts constatés *a posteriori* entre l'électricité injectée et l'électricité consommée au sein d'un périmètre d'équilibre.

La numérisation s'inscrit dans une perspective de transformation profonde des réseaux de distribution

Quel avenir pour les réseaux de distribution d'électricité ? Nous sommes tous frappés par la volonté d'accélération de la transition écologique. C'est une excellente nouvelle, car elle témoigne du passage du stade de la prise de conscience à celui de l'action. C'est le cas d'Enedis qui travaille depuis plus de dix ans à l'adaptation des réseaux de distribution et qui est ainsi l'un des distributeurs les plus *smart* du monde. Nous avons par ailleurs élaboré un programme d'innovation très ambitieux qui a vocation à répondre aux différents défis de cette transition dans les années à venir.

Toutefois, il reste de nombreuses inconnues. En conséquence, nous allons devoir construire de façon très agile des systèmes qui s'inscrivent dans le temps long (la durée de vie d'un réseau de distribution électrique dépasse couramment les cinquante ans). Quelle part d'EnR dans le mix et où ? Quel niveau de sobriété et quel impact sur la consommation ? Quelle vitesse de déploiement de la mobilité électrique et de concrétisation des promesses de *smart charging*, voire de "Vehicule To Grid" ? Quelle croissance pour l'hydrogène produit par électrolyse ? Quelle part d'autoconsommation ? Quelles modalités de flexibilité ? Autant de questions

qui se posent. Nous allons devoir, à l'instar de tous les autres secteurs d'activité, nous habituer à une cohabitation entre des logiques de court terme et des logiques de long terme, mais aussi entre des logiques locales et des logiques nationales. Nous devons aussi faire preuve d'anticipation et de réactivité.

Nous ne serons pas les seuls à nous engager sur ce chemin, tant il est évident pour chacun de nous que l'innovation est un processus ouvert, un écosystème où se côtoient de grands groupes, des *start-ups*, des centres de recherche, des fournisseurs, des clients, des partenaires, etc. Les modalités d'animation et de coordination de toutes ces parties prenantes induisent la performance de l'innovation.

Par ailleurs, la distribution d'électricité étant une activité relevant d'un monopole régulé, il n'y aura pas de *smart grids* sans *smart regulation*. La capacité du ou des régulateurs à adapter rapidement les règles à ces futurs incertains sera l'une des clés de la réussite.

Enfin, cette transformation ne sera possible qu'avec la mobilisation des 38 000 salariés de notre société ; elle a en effet la chance de pouvoir s'appuyer sur leurs compétences et leur mobilisation autour d'une ambition commune : s'engager pour un service public qui participe à l'accélération de la transition écologique en cours.