



L'avenir de la distribution électrique

Jacques Horvilleur

Membre émérite de la SEE

Introduction

La distribution électrique au cœur de la transition énergétique

Afin d'illustrer l'évolution des métiers de la distribution électrique qui requièrent une technicité croissante

dans de multiples disciplines, permettez-moi d'ouvrir ce dossier par un souvenir personnel qui remonte à plus de 45 ans.

Sortant d'une école d'ingénieurs, je présentais ma candidature à un cer-

tain nombre de grandes entreprises françaises. Parmi elles : EDF. Le recruteur de la direction du personnel (on ne disait pas encore DRH) qui me reçut, souhaitant sans doute savoir si j'avais un peu travaillé mon dossier, commença par me demander dans



quelle direction de l'entreprise je souhaitais travailler. Peut-être parce que j'avais encore quelques doutes sur le développement en cours d'un colossal programme nucléaire, je répondis avec une assurance feinte : « La distribution ». A sa réaction consternée, je compris mon erreur. Et le recruteur de m'expliquer qu'un jeune ingénieur, qu'il imaginait doté de quelques capacités d'abstraction, devrait rapidement s'ennuyer dans une activité qui, pour lui, exigeait surtout de savoir haranguer le personnel et se confronter à ses représentants syndicaux, et, sur le plan technique, de savoir manipuler des ap-

pareils de coupure électromécaniques dispersés dans la campagne.

Une telle réaction est aujourd'hui inimaginable, tant la distribution électrique, objet de nombreuses avancées

techniques, est devenue attractive pour les jeunes diplômés. A l'origine de cette révolution, il y a d'abord eu, dans les années 1980/90, la prise de conscience de l'importance pour la société de la qualité de la desserte électrique, du rôle primordial qu'y joue la distribution, qui doit pour cela maîtriser, outre l'électrotechnique, les « courants faibles » et les technologies de l'information et de la communication.

Au tournant du siècle, deux événements majeurs

A la fin du 20^{ème} siècle et au début du 21^{ème}, deux événements majeurs ont amené une véritable révolution dans le positionnement et le rôle de la distribution au sein du secteur électrique.

Il s'est agi, d'une part, de la réforme structurelle du secteur électrique qui s'est progressivement mise en place dans le cadre de la directive européenne de 1996, qui a défini les principes d'application du « marché unique » au domaine de l'électricité, considérée comme un produit. Séparant la fonction de fourniture et commercialisation de l'énergie, ouverte à la concurrence, de celle de son acheminement, par nature monopolistique, cette réforme s'est notamment traduite par la mise en place de gestionnaires des réseaux, d'abord de transport, puis de distribution, dont l'indépendance par rapport aux fournisseurs d'électricité devait être assurée et contrôlée ; en France le principal gestionnaire de réseau de distribution (GRD) est Enedis, ●●●

“ Au centre du dispositif, un régulateur (en France, la CRE) a la charge de définir, outre les tarifs, les rôles et les objectifs de chacun et notamment de contrôler le comportement des gestionnaires de réseaux vis-à-vis des consommateurs et de tous les autres acteurs. ”

●●● en charge d'environ 95 % du territoire et des consommateurs, mais il ne faut pas oublier qu'il existe de multiples autres GRD qui se partagent les 5 % restants.

Au centre du dispositif, un régulateur (en France, la CRE) a la charge de définir, outre les tarifs, les rôles et les objectifs de chacun et notamment de contrôler le comportement des gestionnaires de réseaux vis-à-vis des consommateurs et de tous les autres acteurs. Dans ce cadre, les distributeurs sont devenus des acteurs majeurs, indépendants et comptables de leurs performances.

L'autre événement majeur fut ensuite le développement des énergies renouvelables, notamment du solaire et de l'éolien, se traduisant par une décentralisation de la production d'électricité jusqu'au niveau des réseaux de distribution. Outre une complexification de la gestion de ces réseaux, cela a conduit à donner un rôle nouveau au distributeur, au cœur de la transition énergétique : il doit maintenant contribuer, au côté du transporteur, à la gestion de l'équilibre offre-demande sur le système électrique ; conservant en outre la responsabilité de la fonction comptage, il est ainsi devenu un gestionnaire des données indispensables, à différentes échelles de temps, pour tous les acteurs de ce système.

L'organisation du système électrique, dont la conception et la mise en place ont été la grande affaire de la période

de 1990 à 2010, est-elle bien adaptée à un système où l'énergie est massivement produite par des sources EnR non pilotables et décentralisées ? La question est ouverte.

Une évolution engagée ; jusqu'où ira-t-elle ?

Nul ne doute que les rôles joués par les distributeurs vont devenir de plus en plus cruciaux, car la transition énergétique va s'accélérer et se traduire par la substitution de l'électricité aux autres formes d'énergie, entre autres pour le logement et pour la mobilité, rendant les citoyens de plus en plus dépendants de l'électricité. Par ailleurs, l'évolution générale de la société se traduit par des exigences accrues des consommateurs, qui veulent pouvoir maîtriser leur consommation, et ce d'autant plus qu'ils sont aussi eux-mêmes, de plus en plus souvent, des producteurs d'électricité (notamment avec le développement du photovoltaïque).

Face à cette complexité croissante, le réseau électrique lui-même doit évoluer ; par exemple, il faut adapter en temps réel la consommation d'énergie à l'offre disponible qui, dans le cas des renouvelables, s'impose au gestionnaire. Pour ce faire le réseau ne doit pas seulement acheminer l'énergie, mais aussi une multitude de données, et permettre ainsi de combiner l'optimisation économique et la satisfaction des attentes des utilisateurs. Cette évolution est souvent caractérisée par

un néologisme anglosaxon qui connaît un grand succès depuis les années 2000 : les *smart grids*, ou réseaux intelligents. En France, la manifestation la plus visible de la démarche engagée a été, ces dernières années, le déploiement de 34 millions de compteurs communicants auxquels le principal gestionnaire de réseaux de distribution, Enedis, a donné la dénomination de « compteurs Linky ». Outre la possibilité de gérer à distance et de façon économique la fonction comptage, ces appareils donnent aux consommateurs des possibilités de maîtrise de leurs usages et ils constituent, pour le gestionnaire, 34 millions de capteurs.

Objet et contenu de ce dossier

Ce déploiement n'est qu'une première étape de la démarche vers des réseaux intelligents et, plus généralement, de la transformation de la distribution, de ses processus et de ses métiers. Celle-ci répondra aux exigences de la transition énergétique et intégrera pour cela la mise en œuvre des technologies et des méthodes les plus récentes, notamment issues de la révolution numérique.

L'objet de ce dossier est, sur la base du point actuel de cette démarche de transformation, de montrer les perspectives qui s'ouvrent. Il donne pour cela la parole, d'une part à trois acteurs majeurs du domaine (gestionnaires de réseaux, régulateur et fournisseurs d'équipement) qui viennent exposer leur vision et leurs attentes, d'autre part à trois des principales entités travaillant aujourd'hui à l'évolution des technologies et des méthodes.

Le dossier comporte donc six articles :

- La présentation générale de l'état actuel du système et des évolutions à venir est faite par le directeur R&D d'Enedis, **Pierre Mallet**, et deux de ses principaux collègues, **Sébastien**

“ L'organisation du système électrique, dont la conception et la mise en place ont été la grande affaire de la période de 1990 à 2010, est-elle bien adaptée à un système où l'énergie est massivement produite par des sources EnR non pilotables et décentralisées ? La question est ouverte. ”

“A plus long terme, le volume des données à traiter et la diversification des comportements des utilisateurs vont complexifier l'utilisation des algorithmes classiques et devraient conduire à avoir recours à des méthodes basées sur l'intelligence artificielle.”

Jumel, Directeur développement, innovation et numérique, et **Yves Barlier**, Directeur planification des réseaux et smart grids ; ils insistent notamment sur le fait que la transformation ne pourra réussir que dans le cadre d'un écosystème performant, réunissant l'ensemble des acteurs de la filière, et de la mobilisation de l'ensemble des personnels.

• L'article de la Commission de régulation de l'énergie, proposé par **Didier Laffaille**, chef du service de la Prospective et de l'innovation, secrétaire général du Comité de prospective, expose les attentes du régulateur vis-à-vis des opérateurs, face à une croissance significative de la demande d'électricité et à des besoins de flexibilité accrus par le développement rapide de la production décentralisée. Il insiste aussi sur l'importance des signaux économiques envoyés par le régulateur pour assurer la cohérence des acteurs.

• L'article présenté par **Marc Petit**, professeur à l'Ecole CentraleSupélec, illustre ce besoin de cohérence et les méthodes à mettre en œuvre pour l'assurer ; il traite de deux aspects majeurs que sont le développement rapide du véhicule électrique et celui des énergies renouvelables, qui ne sont pas pilotables. Dans les zones de faible densité, pour des raisons d'exploitation du réseau, il est indispensable de savoir coordonner ces deux aspects et de disposer des algorithmes pertinents pour cela.

• A plus long terme, le volume des données à traiter et la diversification des comportements des utilisateurs vont complexifier l'utilisation des algorithmes classiques et devraient conduire à avoir recours à des méthodes basées sur l'intelligence artificielle. Tel est l'objet de l'article proposé par **Nouredine Hadjsaid**, professeur à l'INP de Grenoble, et ses collègues universitaires, **Aleksandr Petrusev**, **Vincent Debusschere**, **Rémy Rigo-Mariani** et **Patrick Reignier**. Passant en revue les différentes méthodes d'Intelligence artificielle, ils analysent leur pertinence vis-à-vis des problèmes posés par la gestion des réseaux de distribution.

• Revenant sur les questions technologiques et industrielles actuelles, l'ar-

ticle présenté par six ingénieurs-chercheurs ou experts d'EDF R&D (**Matthieu Alchourroun**, **Thierry Coste**, **Dominique Croteau**, **Boris Deneuville**, **Rémy Desodt**, **Cédric Lavenu**) fait le point sur l'évolution des méthodes et des outils dont disposent les gestionnaires de réseaux pour répondre à tous les nouveaux enjeux de l'exploitation, de la maintenance et de la conduite des réseaux. Il évoque aussi le cadre normatif approprié à ces enjeux, incarné par la norme IEC 61850, ainsi que sur les moyens de télécommunication modernes, tels que la 5G qui offre de nombreuses possibilités restant à explorer.

• Enfin, pour conclure ce dossier, la vision d'un grand industriel du domaine, le groupe Schneider Electric, est présentée dans l'article proposé par son vice-président Standardisation & Industrial Affairs strategy, **Yann Fromont**, et son collègue **Jean-Yves Bodin**. Cette vision se veut à la fois systémique – intégrant les enjeux majeurs de la distribution et de la gestion des réseaux – et technologiques, avec une attention particulière portée aux évolutions normatives et environnementales. ■

Les articles

La distribution d'électricité, situation actuelle et perspectives	p.44
Inventer la régulation de demain : la vision du régulateur de l'énergie pour accompagner la distribution électrique de demain	p.52
Le développement de la mobilité électrique : un levier de flexibilité pour augmenter la part des énergies renouvelables dans les réseaux électriques	p.60
L'intelligence artificielle au service de la gestion des réseaux de distribution	p.67
Piloter, contrôler et protéger les systèmes électriques de distribution de demain	p.73
Des équipements adaptés aux réseaux de distribution du futur	p.82