

Le potentiel économique des effacements de demande sur les marchés de l'électricité : une quantification pour le système électrique français

Antoine Verrier

Cette thèse étudie le potentiel économique des effacements de demande dans les marchés de l'électricité par une analyse de leur valeur et de leur coût pour le parc français. Conduite sous la direction de Jan-Horst Keppeler, elle fut menée au sein de la Chaire European Electricity Markets (CEEM) du Laboratoire d'Économie de Dauphine (LEDa) de l'Université Paris-Dauphine, en partenariat avec le Centre d'Expertise en Études et Modélisation Économique (CEEME) d'ENGIE (thèse CIFRE).

Dans l'industrie électrique, le progrès technologique apporté par les réseaux intelligents vient défier l'idée que les consommateurs ne puissent ajuster leur demande aux prix des marchés de gros. Ce concept, connu sous l'appellation d'effacement de demande (ED), est un outil utilisé depuis des décennies pour le maintien de l'équilibre du réseau électrique, mais essentiellement en sollicitant les gros consommateurs. L'extension des ED à l'ensemble des consommateurs se heurte à la question de son efficacité économique : c'est le sujet de cette thèse, qui propose une estimation de la valeur économique des ED pour chaque catégorie de consommateur, dans un cas d'étude appliqué au parc électrique français.

Le rôle clé des nouvelles technologies issues des réseaux intelligents et des agrégateurs.

Les deux premières parties de la thèse dessinent le socle méthodologique, dont le principal enseignement est qu'un déploiement à grande échelle des ED dans les systèmes électriques nécessite une technologie de comptage en temps réel des données de consommation, et l'intervention d'un agent tiers qui remplira le

rôle d'intermédiaire entre les consommateurs et les marchés de gros.

Grâce à une mesure en quasi-continu des données de consommation, les compteurs intelligents permettent un suivi des quantités d'énergie effacées à tout moment de la journée, ce qui permet d'assurer une rémunération claire pour les acteurs à l'origine de l'ED, selon les prix de marché des périodes considérées.

En agrégeant les puissances effaçables, un agrégateur permet aux petits consommateurs d'offrir leur capacité d'ED sur les marchés de gros, dont l'accès est conditionné à une contrainte de capacité minimale. Cette thèse fait l'hypothèse que les consommateurs délèguent à l'agrégateur la décision de déclencher un ED, selon des règles établies dans un contrat qui représente les préférences des consommateurs.

Sur le système électrique français, la valeur économique des ED est dominée par sa valeur de capacité. Les secteurs économiquement viables sont concentrés dans l'industrie.

La troisième partie de la thèse analyse l'effet d'une intégration du potentiel théoriquement disponible des ED en France. Sur l'ensemble

des consommateurs, pas loin de 15 GW de capacité sont techniquement fonctionnels à la provision d'ED. Ces 15 GW sont introduits au sein d'un modèle de marché électrique qui produit les prix de l'énergie ainsi qu'une valeur de la capacité. Dans ce cadre, il est possible de calculer les profits réalisés par un agrégateur, et c'est par le prisme d'une analyse de rentabilité qu'est étudiée la valeur économique des ED.

L'analyse de rentabilité montre que seuls 2,5 GW d'ED sont économiquement viables. Les secteurs profitables sont concentrés dans l'industrie, par exemple celle de l'aluminium ou du ciment, qui génèrent respectivement des profits de 5 260 €/MW/an et 2 419 €/MW/

an. Les profits des secteurs tertiaire et résidentiel sont plus faibles, avec 123 €/MW/an pour le chauffage résidentiel, mais tout de même 1 302 €/MW/an pour l'air conditionné dans le tertiaire.

Ces écarts s'expliquent par la prépondérance de la valeur de capacité dans la valeur économique des ED. La valeur de capacité est le profit réalisé aux heures de pointe. Les secteurs comme l'aluminium génèrent 80 % de leur profit à la pointe en bénéficiant des prix élevés. Globalement, les ED se montrent avantageux quand ils sont activés aux moments critiques où le système a besoin de capacité.

Laboratoire d'accueil : Chaire European Electricity Markets (CEEM), rattachée au Laboratoire d'Économie de Dauphine (LEDa), de l'Université Paris-Dauphine



LEDa
EA 4404

Le LEDa est une unité de recherche fondée en 2009 dont les axes de recherche s'orientent autour de l'aide de la prise de décision sur plusieurs enjeux de société, tels que la santé, le développement des mobilités, les politiques macroéconomiques, l'environnement, etc. Il est composé de 167 membres répartis en cinq équipes, dont celle du Centre de Géopolitique de l'Énergie et de Matières Premières (CGEMP) auquel est rattachée la CEEM. La CEEM contribue à la compréhension des changements en cours et à venir sur les marchés électriques européens avec une recherche académique rigoureuse focalisée sur les enjeux principaux du secteur électrique.

Plus d'informations sur : <http://leda.dauphine.fr/fr.html> et <http://www.ceem-dauphine.org/who/fr>

Soutenance de la thèse : La thèse a été soutenue le 19 mars 2018 à l'Université Paris-Dauphine devant le jury composé de : Patrice Geoffron, professeur à l'Université Paris-Dauphine, président du jury ; Cédric Clastres, maître de conférence HDR à l'Université Grenoble Alpes, rapporteur ; Rudi Hakvoort, professeur associé à la Delft University of Technology, rapporteur ; Dominique Finon, directeur de recherche CNRS au CIREN, examinateur ; Olivier Massol, professeur associé à l'IFP School, examinateur ; Jan-Horst Keppler, professeur à l'Université Paris-Dauphine, directeur de thèse ; Andreas Ehrenmann, docteur, chef analyste à Engie, membre invité.

Un résumé de la thèse est disponible sur : <http://www.theses.fr/s80750> et dans son intégralité sur demande auprès de l'auteur.

Et après la thèse ? Antoine Verrier est chercheur associé à la CEEM où il travaille sur la publication de résultats issus de sa thèse. En parallèle, il a proposé sa candidature auprès d'entreprises du secteur de l'énergie et sociétés de consultants pour un poste d'économiste de l'énergie.