

Thèse de doctorat : Gestion de l'énergie des Maisons Intelligentes équipées de systèmes de stockage d'énergie

Mots-clés : Méthodes d'optimisation, Recherche opérationnelle, évaluation de performance, Efficacité énergétique,

Contexte et problématique

Maîtriser la consommation d'énergie est une préoccupation de plus en plus présente dans tous les secteurs. L'augmentation des coûts énergétiques, les contraintes environnementales, les difficultés d'approvisionnement et de stockage de l'énergie ont un impact sur l'activité des réseaux électriques.

La performance d'un réseaux d'électricité est plurielle et multidimensionnelle. Elle doit être évaluée globalement et sur l'ensemble du réseau. Elle intègre non seulement les notions de coût, délais, qualité, mais aussi de flexibilité, (capacité de changement rapide de la planification en cours et/ou modification de source d'énergie), de robustesse (comportement stable vis à vis de variations de la demande et d'occurrence d'aléas) et d'autres critères liés à l'environnement et à la consommation de l'énergie.

D'après la commission européenne en 2017, les bâtiments représentent la plus grande part de la consommation d'énergie parmi les principaux secteurs économiques. Leur rôle en tant que principal consommateur de combustibles fossiles reflète leur impact considérable sur le changement climatique mondial. La construction de maisons intelligentes sous l'infrastructure de réseaux intelligents (ou micro-réseaux) avec un système de stockage de l'énergie est actuellement l'un des sujets les plus importants et une des solutions technologiques les plus favorables dans le domaine des systèmes énergétiques intelligents.

Pour cela, dans cette thèse, nous allons considérer une maison résidentielle disposant d'une batterie pour stocker l'énergie. L'objectif est de mettre en place une nouvelle procédure d'ordonnancement optimisée pour la consommation d'énergie pour des différent équipements en considérant une tarification dynamique (voir en temps réel). Plusieurs types de contrats avec les fournisseurs d'électricité pourront être considérés. On peut citer par exemple le programme basé sur le prix et celui piloté par événements. Pour le premier type de programme, le prix de l'électricité varie selon les périodes. Ceci offre la possibilité de bien organiser les plans de production dans les périodes où le coût est moins faible. "Time of Use", "Critical Peak Pricing" et "Real Time Pricing" sont des exemples de ce type de programme. Concernant le deuxième type de programme, la demande dépend aux événements déclencheurs spécifiques liés aux conditions climatiques ou encore aux systèmes économiques par exemple.

Objectifs scientifiques

Les travaux de thèse devront apporter une contribution sur le plan de la modélisation théorique des problèmes traités, de leur évaluation et de la mise en œuvre des outils et méthode d'optimisation algorithmique. L'objectif est de concevoir des approches d'optimisation et d'intelligence artificielle et développer des méthodes d'ordonnancement des systèmes de gestion d'énergie en intégrant le système de stockage d'énergie et l'autoconsommation et en

respectant des contraintes des résidents permettant de maximiser l'autoconsommation distribuée avec stockage et la régulation aidant à la stabilité des réseaux électriques.

Pour ce faire, comme une première étape de ce projet, un état de l'art approfondi sera réalisé sur le sujet étudié. Ensuite, des outils d'évaluations de performances seront développés. Ils peuvent être basés sur des méthodes analytiques et/ou sur des modèles de simulation à événements discrets en utilisant différents langages de programmation (C++, Python, ...). L'étape suivante sera de développer des algorithmes d'optimisation efficaces afin de proposer des modèles d'aide à la décision efficaces en prenant en considérations différents objectifs et contraintes. Ces méthodes peuvent être de nature exacte ou approchée. La dernière étape sera la mise en place et l'application des différentes techniques développées sur des structures ou plates-formes réelles pouvant être mis à disposition par des éventuels partenaires académiques et industriels de ce projet.

Quelques références

1. Aghelinejad et al. (2018) Production scheduling optimization with machine state and time dependent energy costs. *International journal of production research*, Vol 56(16), Pages 5558-5575.
2. Lu, Yuehong, et al. "Optimal scheduling of buildings with energy generation and thermal energy storage under dynamic electricity pricing using mixed-integer nonlinear programming." *Applied Energy* 147 (2015): 49-58.
3. Nge, Chee Lim, et al. "A real-time energy management system for smart grid integrated photovoltaic generation with battery storage." *Renewable energy* 130 (2019): 774-785.
4. Sharifi, Amir Hossein, and Pouria Maghouli. "Energy management of smart homes equipped with energy storage systems considering the PAR index based on real-time pricing." *Sustainable cities and society* 45 (2019): 579-587.
5. Zhao, Zhuang, et al. "An optimal power scheduling method for demand response in home energy management system." *IEEE Transactions on Smart Grid* 4.3 (2013): 1391-1400.

Encadrement

Dr. Mohammadmohsen AGHELINJAD (maître de conférences) – ICD - LOSI

Prof. Farouk YALAOUI (Professeur des universités) – ICD - LOSI

Début de la thèse : Automne 2020 (pour une durée de 3 ans)

Profil du candidat

Le candidat devra être titulaire d'un master recherche en Génie Industriel, Recherche Opérationnelle ou discipline proche et posséder de solides connaissances en programmation informatique et de bonnes bases en recherche opérationnelle et programmation mathématiques et si possibles posséder une culture sur les algorithmes d'optimisation. Un précédent travail de recherche serait un plus.

Il devra être motivé pour la recherche et le travail en équipe avec de bonne capacité relationnelle et rédactionnelle.

Le candidat intégrera l'équipe du laboratoire de Logistique et Optimisation des Systèmes Industriels (LOSI) de l'Institut Charles Delaunay à l'Université de Technologie de Troyes (<https://recherche.utt.fr/logistics-and-optimization-of-industrial-systems-losi>)

Candidature : adresser à (mohsen.aghelinejad@utt.fr) avec les pièces suivantes : CV, lettre de motivation, relevés notes et classement dans le master recherche, lettres de recommandation (si possible).

.....