

Systèmes complexes et recherche opérationnelle : application à une simulation de Smart Grid

Soufian Ben Amor¹, Alain Bui¹, Coralie Petermann^{1,2}

¹ CaRO ; Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
45, avenue des Etats-Unis, 78 Versailles, France

soufian.ben-amor@uvsq.fr

alain.bui@uvsq.fr

coralie.petermann@uvsq.fr

² LaISC ; EPHE

41, Rue Gay Lussac, 75005 Paris, France

coralie.petermann@laisc.net

Mots-clés : *recherche opérationnelle, optimisation, système complexe, simulation.*

1 Introduction

Dans le cadre du projet interdisciplinaire Energy Positive IT 2.0 (EPIT2.0), nous développons une modélisation en vue d'optimiser un Smart Grid à l'échelle d'un éco-quartier.

Quotidiennement, les appareils électriques se multiplient et les nouveaux besoins en énergie qu'ils génèrent font augmenter rapidement la demande globale en électricité. Divers scénarios prédisent aussi un manque à venir de pétrole d'ici environ 20ans. Ce manque devra être compensé par l'augmentation de la ressource électrique. D'ici 2030, la consommation mondiale d'électricité devrait augmenter de 76% par rapport à celle de 2007. La grille actuelle va ainsi devenir obsolète car il est difficile de greffer de nouveaux équipements face à de nouvelles demandes sur un réseau qui n'a pas été pensé pour cet usage. Le Smart Grid représente ainsi une évolution nécessaire de la grille actuelle.

2 Le Smart Grid est un système complexe

Le terme Smart Grid désigne un concept flou. Il n'y a pas de définition universelle et chaque domaine a sa propre définition.

Globalement, le Smart Grid peut être défini comme la vision du réseau électrique du futur, où les flux bidirectionnels d'informations et d'électricité permettent un ajustement en temps réel à la demande, de façon à intégrer de manière optimale les énergies renouvelables.

C'est un exemple typique de phénomène complexe étant donné l'hétérogénéité des acteurs, l'aspect matériel (technologies de l'information et de production d'électricité), les enjeux économiques divergents...[1] Par définition, un système complexe est un système composé d'un grand nombre d'entités en interactions locales et simultanées dont le comportement global ne peut être déduit de celui de ses composants [2]. C'est le cas du Smart Grid par la combinaison des systèmes humains, matériels et artificiels.

3 Modèle d'optimisation

Dans le cadre de la ROADEF 2012, nous avons présenté les approches théoriques de notre modélisation [3]. Les algorithmes d'optimisation et de partage de l'énergie sur lesquels est construit notre modèle font l'objet d'une autre publication dans ROADEF 2013[5].

Pour simuler un système aussi complexe, il est nécessaire de respecter une certaine hiérarchie. En effet, un système complexe tel que le Smart Grid regroupe différents niveaux d'échelle de complexité (temporels et spatiaux), et comprend également une intrication entre la structure et la dynamique du système. Ainsi, nous avons envisagé des niveaux conceptuels, et des niveaux modulaires de programmation, sans qu'il y ait forcément de parallélisme exact entre les niveaux conceptuels du modèle et les niveaux techniques de la simulation. En choisissant des théories adaptées à chaque micro système complexe du Smart Grid, nous avons pu construire une modélisation fiable et efficace prenant en compte la complexité du système dans sa globalité [4].



FIG. 1 – Modules et hiérarchie de la simulation

4 Conclusions et perspectives

La simulation de notre modèle théorique de Smart Grid est opérationnelle en version beta.

L'inclusion d'algorithmes de recherche opérationnelle classique dans une modélisation d'un système complexe ouvre de nouvelles perspectives.

Les travaux futurs consistent à optimiser notre simulation à partir de données réelles, et de comparer les résultats obtenus avec les données industrielles.

Références

- [1] G. Guérard, S. Ben Amor, A. Bui, *A Complex System Approach for Smart Grid Analysis and Modeling*, p788-797, 16th international conference on knowledge-based and intelligent information & engineering systems (KES'12), September 10-12, 2012, San Sebastian, Spain.
- [2] Le Moigne J. L., (1990), *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod.
- [3] Coralie Petermann, Soufian Ben Amor, Alain Bui, Approches théoriques pour la modélisation efficace de Smart Grids, *Recherche Opérationnelle et Aide à la DEcision Française (ROADEF'12)*, p.460-461, Anger, France, 2012.
- [4] Coralie Petermann, Soufian Ben Amor, Alain Bui, A complex system approach for a reliable Smart Grid modeling. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems* Volume 243 : p.149-158, 2012, ISBN 978-1-61499-104-5.
- [5] Soufian Ben Amor, Alain Bui, Guillaume Guérard, *Méthode d'Analyse d'un Système Complexe pour la Recherche Opérationnelle : Smart Grid*, Recherche Opérationnelle et Aide à la DEcision Française (ROADEF'13), 2013.