

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/235902007>

Méthode d'Analyse d'un Système Complexe pour la Recherche Opérationnelle: Smart Grid

Conference Paper · January 2013

CITATION

1

READS

1,061

3 authors, including:



Guillaume Guérard

Pôle Universitaire Léonard de Vinci

30 PUBLICATIONS 150 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Soufian Ben Amor

Université de Versailles Saint-Quentin

44 PUBLICATIONS 247 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Context-free Smart Grid Model [View project](#)



Energy Positive IT [View project](#)

Méthode d'Analyse d'un Système Complexe pour la Recherche Opérationnelle : Smart Grid

Soufian Ben Amor¹, Alain Bui¹, Guillaume Guérard¹

CaRO ; Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

45, avenue des États-Unis, 78 Versailles, France

guillaume.guerard@prism.uvsq.fr

soufian.ben-amor@prism.uvsq.fr

alain.bui@uvsq.fr

Mots-clés : *smart-grid, système complexe, recherche opérationnelle.*

1 Introduction

L'objectif de ce papier est de fournir une méthode d'analyse et de décomposition d'un système complexe dans l'optique d'optimiser le système global. L'utilisation de la recherche opérationnelle dans un réseau complexe nécessite une méthode précise. Afin de démontrer la pertinence de cette méthode, nous proposons une modélisation d'un Smart Grid fiable et efficace, c'est-à-dire un réseau de distribution électrique bidirectionnel et non centralisé.

Le réseau électrique est poussé dans ses limites, et la venue de nouvelles technologies telles que les énergies renouvelables ou la production décentralisée mettent en péril la structure. Le Smart Grid n'a pas pour objectif de remplacer le réseau électrique actuel, mais de l'améliorer. Afin de garantir une modélisation efficace et une optimisation rapide du Smart Grid, nous devons les étudier de manière systémique afin d'en extraire les caractéristiques principales et le comportement des différents éléments composant le système global interne et les relations externes.

2 Système complexe et recherche opérationnelle

Des recherches sont actuellement confrontées à la notion de système complexe dans différentes disciplines. Un problème majeur de ces systèmes est de comprendre comment un ensemble d'objets, en interaction mutuelle selon des règles locales, peuvent générer un comportement spécifique global [5]. En d'autres termes, le problème est d'expliquer pourquoi et comment les systèmes peuvent avoir un comportement microscopique simple à décrire alors que le comportement global est complexe, et impossible à réduire sous forme d'équations.

Un système complexe est caractérisé par l'hétérogénéité des éléments, les facteurs externes et internes, et sa structure complexe [1]. Il est donc impossible d'appliquer des méthodes exactes pour obtenir un optimum. De plus, l'utilisation des heuristiques ou de métaheuristiques ne fournit pas de résultats suffisamment proche de l'optimum global en temps relativement court. En effet, l'offre et la demande se fait en temps réel sur des milliers d'éléments. Les simulations basées sur l'utilisation des systèmes multi-agent tel que [4, 3] prouvent l'inefficacité des méthodes existantes si on venait à modéliser un pays.

3 Modélisation du système

Les Smart Grids possèdent de nombreuses propriétés communes aux systèmes complexes. Après avoir effectué un état de l'art industriel et scientifique sur les Smart Grids, nous avons

établi les théories et les algorithmes nécessaires à la gestion, la maintenance et la mise à jour d'un Smart Grid généraliste [2].

Une fois le système analysé et les sous-composantes isolées, des algorithmes d'optimisation, parmi lesquels nous pouvons citer le problème de sac à dos, sont mis en place dans l'optique d'obtenir un optimum à tout niveau. Des algorithmes de normalisation corrélient les entrées et les sorties de chaque sous-composante afin de rendre les données compatibles d'un algorithme à l'autre. Un système de rétroaction bottom-up et top-down parmi les sous-composantes du système globale fournit un optimum global. Ce dernier satisfait toutes les contraintes à tout les niveaux, en garantissant un optimum à toute échelle.

4 Conclusions et perspectives

L'analyse des Smart Grids en tant que systèmes complexes ouvre de nouvelles perspectives. La détermination des sous-composantes à caractères homogènes du système permet de décomplexifier le problème global en sous-problèmes locaux. Ces derniers sont en interaction directe ou indirecte que ce soit en aval, en amont ou en parallèle du processus. L'application de la recherche opérationnelle fournit un résultat optimal à toute étape du système, afin de fournir un résultat optimal global.

L'étude approfondie des Smart Grids a permis de décomposer le système. La gestion des sous-composantes, par des méthodes d'optimisation telles que le problème de sac à dos ou la recherche d'un flot maximum à coût minimum, garantit l'optimum au niveau local. Une fois les différentes composantes optimisées, une méthode de rétroaction optimise le système global à partir des données locales. Cette méthode de décomposition du système offre un optimum global en temps nettement moins important qu'une méthode effectuée directement sur le système global, et de meilleure qualité.

Les travaux actuels consistent à simuler le modèle proposé sur un réseau électrique fictif à partir de données réelles, afin de comparer les résultats obtenus avec les données industrielles. Ce projet fait l'objet d'une autre publication de notre laboratoire au sein de la ROADEF 2013.

Références

- [1] S. Boccaletti, V. Latora, Y. Moreno, M. Chavez, and D.U. Hwang. Complex networks : Structure and dynamics. *Physics reports*, 424(4) :175–308, 2006.
- [2] G. Guérard, S. Ben Amor, and A. Bui. A complex system approach for smart grid analysis and modeling. In *KES*, pages 788–797, 2012.
- [3] S. Karnouskos and T.N. de Holanda. Simulation of a smart grid city with software agents. In *2009 Third UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation*, pages 424–429. IEEE, 2009.
- [4] K. Mets, W. Haerick, and C. Develder. A simulator for the control network of smart grid architectures. *i-SUP 2010 : Innovation for Sustainable Production, Proceedings*, page 50, 2010.
- [5] H.T. Nguyen. *An introduction to random sets*. CRC press, 2006.