

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/235901945>

Approche système complexe pour la modélisation des Smart Grids

Conference Paper · January 2012

CITATIONS

3

READS

951

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](#)



USoM platform. Proposal for an international and transdisciplinary interactive tool for centralization and anthropological exchange around human remains [View project](#)

Approche système complexe pour la modélisation des Smart Grids

Guillaume Guérard¹, Soufian Ben Amor¹, Alain Bui¹

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

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

guillaume.guerard@uvsq.fr

soufian.ben-amor@uvsq.fr

alain.bui@uvsq.fr

Mots-clés : *smart-grid, système complexe, émergence, auto-organisation, théorie des jeux.*

1 Introduction

L'objectif de ce papier est d'exposer des axes thématiques théoriques de recherche pour la conception d'un Smart Grid fiable et efficace, c'est-à-dire un réseau de distribution d'énergie électrique bidirectionnel non centralisé. Des nouvelles techniques et méthodes doivent rendre l'Energy Grid actuel plus flexible, accessible, fiable et économique. Certains appareils tels Linky¹ sont déjà fonctionnels, mais la structure est poussée dans ses limites et n'est pas en mesure de supporter davantage de technologies analogiques ou numériques récentes.

Afin de garantir une modélisation efficace et une optimisation rapide de Smart Grids, nous devons les étudier de manière systémique afin d'en extraire les caractéristiques principales et le comportement des différents éléments composant le système global.

2 Smart Grid : un système complexe

Un système complexe est un système constitué d'un grand nombre d'entités en interaction mutuelle². La complexité du système, dans le but d'accomplir la mission globale, est fonction de deux axes : l'efficacité de la structure, et la dynamique [4] ; le système complexe s'adapte aux pressions externe ou interne pour maintenir ses fonctionnalités. Ces deux aspects concourent à l'émergence de nouvelles propriétés dans le système. Ainsi, l'étude d'un phénomène complexe nécessite une approche holistique et non localisée.

2.1 Au niveau de la structure

L'émergence désigne l'apparition d'une nouvelle propriété dans le système lorsque la valeur d'un paramètre clé atteint une valeur seuil. L'émergence se définit par deux caractéristiques : l'entropie, et l'autosimilarité [4]. Le réseau présentant une structure à invariance d'échelle, l'explosion combinatoire due aux nombreux éléments ne permet pas une optimisation rapide et efficace. Des méthodes telles que la théorie des réseaux de jeux [5] permettent de découper un réseau complexe en plusieurs sous-réseaux.

Chaque jeu local définit un microgrid, une sous-partie distincte du Smart Grid à l'échelle locale telle qu'un écoquartier ou un "smart-building". Nous pouvons voir les Smart Grids comme un réseau complexe de microgrids dont l'objectif est de minimiser le prix, le coût énergétique

1. Compteur "intelligent" disposant du programme avancé : Automated Meter Reading.

2. Voir <http://necsi.edu/guide/> pour de plus amples informations.

en chaque instant. De plus, les objectifs et les conditions à satisfaire ne sont pas identiques à toute l'échelle.

La théorie des jeux s'opère à travers des interactions basées ou définies sur une notion de proximité plus générale qu'une métrique et composée par plusieurs critères. La distance fonctionnelle entre les acteurs nécessite une vision plus fine du réseau faisant appel à la prétopologie [2]. Ainsi nous pouvons obtenir un système coordonné et optimisé à toute échelle.

2.2 Au niveau de la dynamique

Le facteur environnemental est présent à toutes échelles du Smart Grid. Le réseau doit être capable de s'adapter en temps réel à la météorologie, aux utilisateurs et à tout problème structurel. Un couplage de capteurs et d'équipements de gestion de l'énergie fournit des mécanismes génériques pour contrôler le déroulement, la maintenance et l'évolution du système. L'analyse en temps réel des informations sur les phénomènes dans le monde physique peut être traitée, modélisée, corrélée et exploitée pour permettre des décisions en ligne et agir sur de grandes échelles [6]. Les informations internes et externes doivent circuler librement et efficacement dans le système. La diffusion d'informations dans une structure aléatoire fait appel à la percolation [3] : un phénomène de seuil associé à la transmission d'une « information » par le biais d'un réseau de sites et de liens qui peuvent, selon leur état, relayer ou non l'information aux sites voisins.

L'offre et la demande se fait à l'instant présent, pour cela les Smart Grids doivent apprendre, évoluer et anticiper pour réagir rapidement aux contraintes. La classification des schémas complexes est une étape importante pour une réponse rapide et intelligente [1]. Les capteurs, en plus d'analyser les facteurs environnementaux, sont à la base de l'apprentissage du Smart Grid permettant aux programmes d'évoluer leurs comportements à partir de données empiriques et d'observations. Une réponse rapide améliore la fiabilité du système et la qualité de service.

3 Conclusions et perspectives

Les Smart Grids sont étudiés en aval, mais le travail effectué ne permet pas de créer une modélisation générale d'un Smart Grid. L'analyse de ces derniers en tant que systèmes complexes ouvrent de nouvelles perspectives. Par exemple la théorie des jeux et la prétopologie seront utilisées afin de garantir une répartition performante et efficace de l'énergie dans le réseau en temps réel. Le Smart Grid doit concilier l'émergence interne et l'auto-organisation par les facteurs externes afin de trouver l'équilibre le plus optimal de distribution de l'énergie en temps réel. Les travaux futurs aspirent à concevoir un modèle efficace de Smart Grid prenant en compte les propriétés des systèmes complexes et l'utilisation des théories exposées.

Références

- [1] J.R. Anderson, R.S. Michalski, J.G. Carbonell, and T.M. Mitchell. *Machine learning : An artificial intelligence approach*, volume 2. Morgan Kaufmann, 1986.
- [2] ZT Belmandt. Basics of pretopology. *Hermann éditeur*, 2011.
- [3] S. Ben Amor, V. Levorato, and I. Lavallée. Generalized percolation processes using pretopology theory. In *Research, Innovation and Vision for the Future, 2007 IEEE International Conference on*, pages 130–134. IEEE, 2007.
- [4] S. Boccaletti, V. Latora, Y. Moreno, M. Chavez, and D.U. Hwang. Complex networks : Structure and dynamics. *Physics reports*, 424(4) :175–308, 2006.
- [5] M. Manceny. Réseaux de jeux : une extension de la théorie des jeux pour la modélisation des interactions locales : application aux réseaux de régulation génétique. 2006.
- [6] C.K. Tham and R. Buyya. Sensorgrid : Integrating sensor networks and grid computing. *CSI Communications*, 29(1) :24–29, 2005.