

Evaluation des impacts des smart grids dans les systèmes énergétiques régionaux : une application en Suisse

Véronique de Vulpillières¹, Julien Thénie²

¹ EURODECISION

9A rue de la Porte de Buc, 78000, Versailles (France)
Veronique.devulpillieres@eurodecision.com

² ORDECSYS

Rue du Gothard, 5, 1225 Chêne-Bourg (Suisse)
jthenie@ordecsys.com

Mots-clés : *Recherche opérationnelle, optimisation, énergie électrique, smart grids, modélisation.*

1 Introduction

Les ressources pétrolières limitées, les recommandations en termes d'émissions de gaz à effet de serre, le choix par certains pays d'arrêter toute production d'énergie d'origine nucléaire engageant de nombreux acteurs à repenser totalement leur système énergétique :

- Augmentation de la part d'énergies renouvelables et arrivée de la voiture électrique sur le la marché qui rendent plus difficile le respect à chaque instant de l'équilibre offre / demande.
- Réduction / lissage des consommations énergétiques, en particulier aux pics et recherche sur le stockage de l'énergie qui pourront le faciliter moyennant une bonne communication sur la disponibilité des sources d'énergie et les possibilités d'effacement de l'offre.

C'est dans ce contexte que l'OFEN (Office Fédéral de l'Energie) a commandé pour la Suisse (cf. [1]) une étude à horizon 2050 basée sur l'outil ETEM (Energy Technology Environment Model). Après avoir rapidement présenté le modèle, nous indiquerons comment il a été complété pour permettre d'étudier différents scénarios incluant des technologies smart.grids.

2 ETEM

2.1 Une modélisation Bottom-up basée sur MARKAL/TIMES, cf. [2] [3]

ETEM est un modèle d'investissement de capacité qui permet

- de modéliser un système énergétique à horizon vingt à cinquante ans,
- de réaliser un arbitrage économique entre plusieurs investissements / technologies
- de tenir compte des contraintes environnementales.

Le système énergétique est modélisé comme un réseau, décrivant les flux possibles d'énergie en partant des sites d'extraction, en passant par les technologies de transformation de l'énergie jusqu'aux demandes utiles. Le modèle est guidé par les demandes utiles.

La demande en service énergétique est distribuée en tranches temporelles (*time slices*), tel que par exemple la saison (jusqu'à quatre saisons), et moment dans la journée (jour, nuit). Cela permet

de représenter les fluctuations de la demande à un niveau satisfaisant pour la majorité des sources énergétiques.

La demande de pointe (en électricité ou en chaleur) est représentée sous la forme d'une réserve de capacité de production supérieure de x% par rapport au niveau de capacité suffisant pour répondre à la demande moyenne dans chaque tranche temporelle. Cela permet de représenter la réserve de capacité nécessaire à la gestion du pic tout en ayant un découpage temporel relativement grossier (un découpage temporel plus fin ferait augmenter fortement la taille du problème généré). Le modèle dans sa version déterministe est résolu par programmation linéaire. Il peut être aisément rendu stochastique ou robuste afin de prendre en considération l'incertitude des paramètres du modèles (prix, coûts, date et volume de disponibilité des ressources, efficacité, etc..)

2.2 Adaptation du modèle aux spécificités du smart grid

Le smart grid induit l'insertion de nouveaux concepts dans le modèle, par exemple :

- le report de la demande ou de la production d'une période à l'autre / de la pointe au reste de la période via le stockage ou l'effacement
- l'ajout d'une énergie « intermittente » pouvant se transformer en énergie directement utilisable via une transformation qui écrête les pics de production où la demande n'est pas là, ou via du stockage

3 Premiers tests

Une première étude sur deux cantons suisses compare trois scénarios déterministes faisant varier la limite des émissions, et aborde la dimension stochastique. Elle a donné lieu à la rédaction de l'article [2] . Un autre test a été réalisé sur report de la demande du jour vers la nuit via du stockage, le gain a pu être quantifié, donnant ainsi matière aux acteurs de l'énergie pour inciter les consommateurs à un tel report.

4 Conclusions et perspectives

Il s'agit désormais de renseigner le modèle avec les données nationales et non plus cantonales, et les problématiques propres à cette dimension comme la capacité du réseau provenant par exemple de bassins éoliens vers des cantons moins bien alimentés.

5 Références

- [1] E. Fragnière. Choix énergétiques et environnementaux pour le canton de Genève. No 412, Faculté des Sciences Economiques et Sociales, Université de Genève, Genève, 1995. 5
- [2] C. Berger, R. Dubois, A. Haurie, E. Lessard, and R. Loulou. Assessing the dividends of power exchange between Quebec and New York state: A systems analysis approach. *International Journal of Energy Research*, 14:253–273, 1990.
- [3] R. Loulou, A. Kanudia, and D. Lavigne. GHG abatement in central canada with inter-provincial cooperation. *Energy Studies Review*, 8(2):120–129, 1996.
- [4] Babonneau, Haurie, Tarel, Thénier, Assessing the future of smart grid technologies in Regional Energy Systems, soumis au *Swiss journal of Economics and Statistics*, 2011.