

Optimisation de la production dans un réseau d'énergie soumis à des incertitudes sur le coût de production

Henri Borsenberger¹, Guillaume Sandou¹, Philippe Dessante¹

SUPELEC ; 3, rue Joliot-Curie, 91190 Gif-Sur-Yvette, France

henri.borsenberger@supelec.fr

Mots-Clés : *Allocation des unités (Unit Commitment), optimisation mixte stochastique, réseau d'énergie, optimisation avec recours.*

1 Introduction

Nous nous intéressons ici à la problématique de gestion d'un réseau d'énergie. De manière très générale, il va s'agir de déterminer la politique optimale de gestion des organes de production et/ou de distribution permettant de satisfaire la demande des consommateurs.

Les réseaux d'énergie, comme les réseaux de chauffage urbain ou les réseaux de distribution d'électricité sont des systèmes à grande échelle, impliquant de nombreuses installations (centrales thermiques, hydrauliques pour l'électricité, installations de cogénération, chaudières à vapeur, incinérateurs pour les réseaux de chauffage). Généralement la gestion de ces réseaux utilise un nombre élevé de moyens d'action (contrôle de flux, contrôle de la production des installations). Cette abondance de moyens d'action se traduit naturellement en un grand nombre de variables d'optimisation. Ces réseaux impliquent de nombreux paramètres et variables, mixant généralement variables entières (correspondant par exemple à des variables de décision du type allumage ou extinction d'une installation) et variables réelles (correspondant par exemple à l'énergie produite par telle ou telle installation). D'autre part, l'optimisation des réseaux d'énergie se heurte au caractère incertain inhérent à leur fonctionnement. De manière générale la commande de tels systèmes est contrainte d'anticiper la consommation car les temps de réactions sont généralement longs (démarrage de centrales pour les réseaux électriques, temps de propagation dans les réseaux de chaleurs). Cette anticipation est délicate du fait des incertitudes pesant sur le système telles que la demande des consommateurs. Cependant, la consommation n'est pas la seule source d'incertitude : la production peut varier sans qu'on en ait la maîtrise (production éolienne ou solaire ou centrale de crémation des déchets), ou résulter d'une avarie ou maintenance de l'équipement. Ces incertitudes perturbent notablement un système. D'ordinaire les méthodes classiques d'optimisation sont peu adaptées aux systèmes incertains, ces systèmes nécessitent donc l'emploi de méthodes d'optimisation robuste afin d'obtenir une commande moins dépendante des écarts dans les prévisions et estimations.

Cet article propose une méthode d'optimisation robuste pour traiter les incertitudes dues à un aléa sur les coûts de production. On rencontre ce type d'incertitude dans les centrales thermiques à cogénération (ce type d'installation permet la production simultanée d'énergie thermique et d'énergie électrique, cette dernière étant revendue au réseau ; le coût global de production peut alors être incertain dans le cas où le prix de revente de l'électricité n'est pas connu à l'avance) et les centrales de crémation des déchets (dû au pouvoir calorifique variable des déchets).

La méthode proposée s'inspire des méthodes de résolution du problème d'allocation des unités (*Unit*

Commitment) dans le cas déterministe (pas de paramètres incertains) ([1],[2],[3]), et dans le cas où l'on traite les incertitudes sur la consommation ([7],[6]). La méthode proposée est une méthode d'optimisation stochastique avec recours ([5], section 2) qui emploie notamment, la programmation dynamique et la relaxation de Lagrange.

2 Conclusions et Perspectives

Dans cet article a été présenté une modélisation d'un problème d'allocation d'unités avec incertitude sur le coût de production, ainsi qu'une méthode avec recours pour l'optimisation d'un tel problème. La méthode produit des résultats fiables et précis. La méthode conserve un schéma de résolution classique et est donc compatible avec l'essentiel des algorithmes de résolution de problème d'allocation des unités. Cette méthode est relativement légère et ne complexifie pas trop la résolution. L'idée générale est de prendre en compte l'impact du recours à court terme dans les décisions à long terme. La limitation principale de cette méthode est liée au nombre d'unités marginales ayant un coût incertain, car le temps de calcul pour effectuer la dernière étape dépend fortement de ce paramètre.

Une des perspectives de ce travail concerne la prise en compte d'autres incertitudes comme la demande des consommateurs. La méthode déployée pour résoudre ce problème d'allocation d'unité avec incertitude sur le coût de production laisse relativement intact la structure généralement employée pour la résolution de ce problème dans le cas déterministe. Cette structure est également celle proposée pour la résolution d'un problème d'optimisation stochastique avec incertitude sur la demande par la programmation dynamique stochastique (PDS). Il est donc envisageable d'employer cette modélisation et cette méthode en conjonction avec la PDS pour résoudre un problème posant à la fois des incertitudes sur la demande et des incertitudes sur les coûts de production.

Références

- [1] G. Sandou, S. Font, S. Tebbani, A. Huret, C. Mondon Feeding a genetic algorithm with an ant colony for constrained optimization - an application to the Unit Commitment problem *5th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, Funchal, Madeira, Portugal* May 11-15th, 2008
- [2] C.-L. Chen et S.-C. Wang, Branch and Bound scheduling for thermal generating units *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 8 :184–189
- [3] S. Sen et D. P. Khotari, Optimal thermal generation unit commitment : a review *Electrical Power and Energy Systems*, 20(7) :443-454, 1998.
- [4] C. Lemaréchal The omnipresence of Lagrange *Annals of Operations Research*, vol. 153 9–27, 2007
- [5] N.V. Sahinidis, Optimization under uncertainty : state-of-the-art and opportunities *Computer and Chemical Engineering* 28 971–983, 2004
- [6] M.P. Nowak et W. Römisich, Stochastic Lagrangian Relaxation Applied to Power Scheduling in a Hydro-Thermal System under Uncertainty *Annals of Operations Research*, vol. 100 251–272 2000
- [7] N.Gröwe-Kuska et W. Römisich, Stochastic unit commitment in hydro-thermal power production planning *Applications of Stochastic Programming, MPS-SIAM Series in Optimization* Chapitre 30 2005