

Gestion hydroélectrique d'une vallée

Responsable du projet :

Michèle Breton

GERAD

Directrice, programme de M.Sc., École des H.E.C.

Tel. : (514) 340-6490

Fax : (514) 340-5634

Courriel : Michele.Breton@hec.ca

Chercheurs principaux :

Abdelghani Hammadia (Hydro-Québec)

Saeb Hachem (consultant)

Description du projet

Objectif

L'un des problèmes de base en gestion de la production d'hydro-électricité est le problème du chargement optimal des groupes, c'est-à-dire celui de la répartition optimale de la production entre les unités en service (soit en maximisant la puissance produite pour un débit donné soit en minimisant le débit pour une puissance demandée). Un problème qui lui est étroitement associé est celui du choix des unités en service et de la répartition de la production entre ces unités.

Par ailleurs, du fait qu'une centrale hydro-électrique peut être représentée, de la même façon qu'une unité de production dans le problème précédent, par une courbe d'efficacité (débit / puissance), le problème de la gestion d'une rivière peut aussi être considéré comme un problème de chargement optimal (des centrales). La courbe d'efficacité d'une centrale est la solution du problème de choix et de chargement optimal de ses groupes. Ceci démontre la place centrale qu'occupe ce problème dans la gestion de la production d'hydro-électricité.

L'objectif de ce projet comporte deux éléments : tout d'abord, il s'agit de mettre au point des algorithmes efficaces de solution pour le problème de chargement des groupes et les autres problèmes qui en dérivent; en effet, les programmes d'optimisation sont utilisés en temps réel et leur temps de réponse est important. Cependant, il est encore plus important que le

groupes disponibles de façon à maximiser la puissance produite, sous une contrainte de débit total. Les modèles que nous avons développés dernièrement ajoutent à la formulation conventionnelle des contraintes liant des sous-ensembles de groupes tenant compte, par exemple, des capacités des canaux et des réseaux de distribution auxquels sont associés chacun des groupes. L'algorithme que nous avons proposé, un programme dynamique avec décomposition par les ressources, résout un modèle plus fidèle à la réalité en n'augmentant pas l'effort de calcul.

Conditions hydrauliques

L'énergie produite par le turbinage d'une unité d'eau dépend manifestement de l'énergie potentielle de l'eau traitée, et par conséquent de la différence de hauteur entre les plans d'eau en amont et en aval d'une turbine. Par ailleurs, les groupes d'une centrale sont caractérisés par une courbe d'efficacité indiquant, pour chacun d'eux, la puissance produite en fonction du débit turbiné et les zones de production interdites, pour une hauteur de référence donnée. Nous développons présentement un algorithme de décomposition permettant de résoudre le problème de chargement optimal tout en tenant compte des conditions hydrauliques et des pertes de charge qui dépendent des décisions de chargement des groupes.

Gestion dynamique déterministe d'une centrale

L'optimisation des opérations dans une centrale lorsqu'on connaît le profil de la réserve d'eau et celui de la demande est un problème dynamique, car la hauteur de chute et la demande varient dans le temps. Par ailleurs, le changement dynamique des conditions hydrauliques n'est pas seulement dû aux apports d'eau : en effet, les décisions de production ont un effet direct sur les niveaux amont et aval lesquels devraient être explicitement pris en compte dans le modèle. Le programme dynamique consiste donc à déterminer les arrêts / démarrages des groupes dans le temps, et la répartition de la production parmi les groupes en service au cours de chacune des étapes de planification. Les contraintes devraient inclure des considérations de gestion (séquencement, usure, entretien systématique, lissage des opérations).

Demande et apports stochastiques

Pour optimiser les opérations dans une centrale lorsque le profil de la réserve d'eau et celui de la demande sont stochastiques (apports incertains, demande aléatoire), il s'agit d'incorporer au modèle précédent des composantes stochastiques. Le modèle d'optimisation devra en outre être couplé à des modèles de prévision et d'estimation de distribution de probabilité.

Gestion des rivières

déterministe et dans le cas stochastique.

Gestion de la réserve

Finalement, le problème de la réserve n'est actuellement pas bien résolu. En effet, la réserve n'est pas uniquement assurée par le fait que des groupes sont en service; elle est aussi constituée d'une certaine façon par le niveau du réservoir. Comme il existe un marché pour la réserve, il est intéressant d'évaluer l'intérêt pour un producteur d'électricité de vendre une partie de cette réserve. Il s'agit d'un problème de gestion de plusieurs centrales, dynamique et stochastique.

Positionnement des travaux dans l'état actuel des connaissances

La réalisation des travaux que nous proposons dans ce projet de recherche permettra, d'une part, l'amélioration du modèle de gestion optimale de la production hydro-électrique, d'autre part, nous mettrons au point de nouveaux algorithmes de programmation dynamique hiérarchisée qui permettront de résoudre des problèmes d'optimisation dynamiques et stochastiques de façon efficace et qui pourraient s'appliquer dans d'autres domaines de la recherche opérationnelle.

Liens avec l'industrie

Une littérature abondante existe sur le problème de la gestion dynamique de la production d'électricité dans le domaine thermique, où les arrêts / démarrages sont coûteux en temps et doivent être faits de façon progressive. Le problème rencontré en hydraulique est d'une toute autre nature ; il n'est traité actuellement que de façon heuristique du fait de sa complexité. La méthode de programmation dynamique hiérarchisée qui sera développée dans ce projet permettra de résoudre exactement le problème des arrêts / démarrage de façon efficace, en temps réel. Le passage d'un cas déterministe au cas stochastique permettra de considérer les aspects incertains dans le contexte d'un modèle global, et non indépendamment comme c'est fait actuellement. Les économies qui pourront être réalisées n'ont pas seulement un impact monétaire, mais aussi un impact sur la capacité de production d'électricité.

Publications

Breton, M., Hachem, S. et Hammadia, A., *A Decomposition Approach for the Solution of the Unit Loading Problem in Hydroplants*, cahier du GERAD G-99-43, Octobre 1999 (12 pages). Soumis à Automatica.

Breton, M. et G. Zaccour, *Equilibria in an Asymmetric Duopoly Facing a Security Constraint*, Cahier du GERAD G-99-26, avril 1999, 18 pages. À paraître dans Energy Economics.

Hachem, S., A. Hammadia et M. Breton, *Extensions of the Unit Loading Problem*, Proceedings of Waterpower 97 Conference, American Society of Civil Engineer, juillet 1997.

Hachem, S., A. Hammadia, F. Welt et M. Breton, *Dynamic Unit Loading Model for Real Time Management of Hydroplants*, Hydropower 97 Conference Proceedings, juin 1997.