

Optimisation à court-terme de la production hydroélectrique du Rhône en univers probabiliste

Astrig BENEFIGE, Compagnie Nationale du Rhône - Lyon
Guillaume BONTRON, Compagnie Nationale du Rhône - Lyon
Céline HELBERT, Institut Camille Jordan - Lyon
Antoine PIGUET, Compagnie Nationale du Rhône - Lyon
Grégory VIAL, Institut Camille Jordan - Lyon

L'exposé s'inscrit dans le contexte opérationnel de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), le producteur d'électricité qui exploite les 18 aménagements hydroélectriques au fil de l'eau en cascade le long du Rhône. La flexibilité de production de chaque aménagement hydroélectrique est petite par rapport au débit journalier mais suffisante pour considérer l'optimisation économique à court-terme de toute la cascade au marché *day-ahead*, i.e. en vendant la production un jour en avance. Comme les aménagements s'influencent mutuellement via la propagation de l'eau, le défi est de synchroniser la production de chaque aménagement pour que la production totale de la cascade soit en phase avec les prix de l'électricité afin de maximiser le chiffre d'affaires. Ce problème, qui se modélise par un problème d'optimisation linéaire mixte, peut s'avérer très sensible aux erreurs de prévision conduisant à une mauvaise anticipation du chiffre d'affaires.

C'est pourquoi, dans cet exposé, nous ajoutons le défi supplémentaire de tenir compte des incertitudes sur la situation météorologique (apports en eau des affluents) et des conditions du marché de l'électricité (prix de l'électricité) dans l'optimisation à court-terme de la production du Rhône.

Les incertitudes sont décrites à l'aide d'un échantillon de scénarios obtenu à partir de prévisions d'ensemble qui respectent les corrélations spatio-temporelles. Nous avons choisi d'écrire le problème sous la forme d'un problème d'optimisation stochastique à deux niveaux mixtes. Le premier niveau est associé à la décision des prochaines ventes au marché *day-ahead*. Le second niveau, appelé le recours, est associé à la prochaine actualisation possible du programme de production compte-tenu du scénario qui peut se réaliser. Le recours permet alors de pénaliser les solutions qui se comportent mal face aux incertitudes et à favoriser celles qui se comportent le mieux.

Cette formulation mathématique souffre néanmoins de sa complexité en temps de calcul, ce qui la rend peu exploitable en opérationnel. Pour remédier à ces limites, nous proposons une méthodologie par réduction des scénarios combinée avec une méthode d'approximations successives du recours via métamodèle ou avec un algorithme par décomposition. La réduction des scénarios consiste à supprimer un grand nombre de scénarios et à redistribuer les probabilités entre les quelques scénarios conservés tout en assurant une bonne estimation de l'espérance et une bonne stabilité du problème d'optimisation. Cela nécessite de définir une distance entre les scénarios et un critère sur le choix du nombre de scénarios conservés. La méthode d'approximation consiste à remplacer le recours par un métamodèle dont le calibrage est effectué à chaque nouvelle situation. Les mauvaises propriétés mathématiques du recours rendent le calibrage du métamodèle difficile. Les algorithmes de décomposition nécessitent une relaxation des variables entières du recours et constituent une piste de recherche.