



Proposition de sujet de stage

“Techniques de PLNE pour la résolution des sous-problèmes hydrauliques en gestion de production journalière”

Contexte :

Ce sujet s’inscrit dans le cadre du problème de planification d’unités de production électrique communément appelé Unit Commitment Problem (UCP) dans la littérature. Ce problème consiste à décider des marches et arrêts d’unités sous la contrainte de satisfaire la demande en puissance électrique sur un horizon de temps discret (journalier) en respectant des contraintes techniques fortes. Aujourd’hui, le plan de production des unités d’EDF est réalisé par une méthode de décomposition par les prix, obtenue par relaxation Lagrangienne des contraintes couplantes de demande. Les sous-problèmes issus de cette décomposition correspondent alors aux unités ou aux groupes d’unités de même nature: vallées hydrauliques composées d’unités interconnectées entre elles par des réservoirs sur un réseau hydraulique, tranches nucléaires ou thermiques à flamme.

Les sous-problèmes correspondant aux vallées hydrauliques, appelés Hydro Unit Commitment (HUC) dans la littérature, sont particulièrement difficiles à résoudre. En effet, les unités d’une même vallée sont couplées par des contraintes de flot représentant les flux d’eau entre réservoirs. Ces contraintes de flot se combinent d’une part à des contraintes techniques pour chaque unité et d’autre part à des contraintes économiques de gestion de l’eau. Les contraintes techniques correspondent à des contraintes de placement de la production sur un ensemble discret de points de fonctionnement et à des contraintes de temps minimum sur chaque point de fonctionnement, dites min-up/min-down. Quant aux contraintes économiques, elles conduisent pour certains réservoirs à limiter la quantité d’eau à utiliser sur l’horizon de temps. Ces sous-problèmes sont actuellement résolus à l’aide d’un solveur PLNE, mais le temps de calcul est très important. Cela a conduit d’une part à relaxer un certain nombre de contraintes de fonctionnement ou des contraintes de gestion de l’eau. D’autre part, pour limiter le temps total de résolution, il a été choisi de n’itérer sur ces sous-problèmes difficiles qu’un nombre très réduit de fois dans la décomposition par les prix. Les plans de production en sortie sont donc parfois infaisables, et loin de l’optimum. La difficulté de résolution est en partie induite par la topologie de la vallée. L’étude pourra ainsi distinguer des cas particuliers de vallées en cascade ou en Y, ce qui correspond à des configurations en série ou en parallèle.

Différents travaux ont été menés sur l’UCP aussi bien dans la littérature qu’à EDF. La part de travaux prenant en compte les aspects combinatoires est relativement faible, même si la tendance ces dernières années est de vouloir en prendre en compte davantage. Or les aspects combinatoires nécessitent des études et techniques dédiées pour maîtriser les temps de résolution et garantir la qualité des solutions. L’idée de ce stage est aussi de poursuivre l’étude des aspects combinatoires pour l’UCP engagée dans le cadre de la thèse [3] et d’en faire bénéficier l’HUC, sachant que le sous-problème hydraulique est le plus pénalisant dans la résolution du problème de gestion journalière aujourd’hui à EDF.

Sujet du stage :

1. Agrégation de variables

Dans un premier temps, nous proposons d’étudier quel espace de variables permet d’aboutir à une formulation efficace pour le problème HUC. En particulier, dans les vallées en série, il est parfois possible d’agréger les variables correspondant à des sous-ensembles particuliers d’unités. Cela permet de réduire la combinatoire du problème et ainsi d’en faciliter la résolution, tout en garantissant que la solution agrégée obtenue puisse être désagrégée afin d’obtenir une solution réalisable pour chacune des unités. Nous proposons de caractériser les cas où cette agrégation est possible. Les techniques d’agrégation sont particulièrement intéressantes quand certaines propriétés d’intégrité s’appliquent [2].

2. Approche polyédrale

Sur la base de la formulation qui sera identifiée dans la partie (1), nous proposons de mener une étude polyédrale du problème HUC, afin de mieux maîtriser la difficulté liée au couplage des contraintes de flot, tout d'abord aux contraintes de fonctionnement des unités, puis aux contraintes de gestion économique de l'eau. Il paraît intéressant d'envisager de particulariser l'analyse en fonction de la topologie de la vallée. L'idée est d'étendre les travaux proposés pour le polytope min-up/min-down UCP tel qu'introduit pour le cas à une unité dans [1] et pour le cas à plusieurs unités couplées par une contrainte de demande dans [3].

Conditions matérielles :

Ce stage sera encadré par Cécile Rottner, Ingénieur-Chercheur, dans le département OSIRIS de EDF R&D.

Lieu du stage :	EDF Lab Paris-Saclay, 7 Bd Gaspard Monge, 91120 Palaiseau.
Durée :	5-6 mois entre février et octobre 2020
Rémunération :	Selon école
Connaissances requises :	Deuxième année de Master Recherche ou troisième année d'école d'ingénieur
Profil :	Mathématiques appliquées, Informatique, Optimisation combinatoire, RO

Renseignements complémentaires :

Cécile Rottner (EDF R&D, département OSIRIS): cecile.rottner@edf.fr

Bibliographie

- [1] D. Rajan and S. Takriti. *Minimum Up/Down Polytopes of the Unit Commitment Problem with Start-Up Costs*. IBM Research Report, 2005.
- [2] B. Knueven and J. Ostrowski and J. P. Watson. *Exploiting Identical Generators in Unit Commitment*. IEEE Transactions on Power Systems, 2017.
- [3] Rottner C. *Combinatorial aspects of the Unit Commitment Problem*. PhD thesis. Sorbonne Université, 2018.