

Proposition de stage: Planification robuste par programmation par contraintes appliquées aux arrêts de tranches nucléaires.

Quentin Jacquet, Alex Fauduet

1 Contexte

Le département OSIRIS est responsable au sein d'EDF R&D de développer des outils et méthodes pour la gestion optimale du portefeuille d'actifs d'EDF (centrales de production, contrats clients, logistique gazière). Ces travaux sont particulièrement stratégiques dans le contexte d'évolution des marchés de l'électricité. Ils sont également utiles pour la gestion de risques financiers, pour l'analyse des marchés de l'électricité et pour la prévision de consommation.

Au sein d'OSIRIS, les groupes R35 et R36 travaillent conjointement sur la gestion optimisée de la production au moyen-terme (i.e., hebdomadaire à 5 ans). Pour cela, ils développent et maintiennent des logiciels d'optimisation utilisés quotidiennement par les équipes opérationnelles d'EDF pour la gestion de ses actifs.

En particulier, un problème majeur à résoudre à l'horizon moyen-terme est la construction du planning d'arrêts pour maintenance de ses tranches nucléaires. Ces tranches doivent en effet être arrêtées plusieurs semaines tous les 12 à 18 mois pour procéder au rechargement en combustible ainsi qu'à d'éventuelles opérations de maintenance. Ce planning vise à maximiser la disponibilité des tranches lors des périodes de tension sur l'équilibre offre-demande (typiquement l'hiver) tout en respectant les nombreuses contraintes de natures diverses (physiques, réglementaires ou logistiques) liant les arrêts et les tranches entre eux.

2 Description du problème

L'outil PANACEE développé à OSIRIS permet de réparer des plannings d'arrêts nucléaires sur un horizon pluriannuel. A partir d'un planning prévisionnel et de la liste des contraintes à respecter, PANACEE résout le problème de satisfaction aux contraintes associé en proposant des déplacements d'arrêts. Pour ce faire, l'outil s'appuie sur le paradigme de *Programmation Par Contraintes* (PPC), et le solveur CP-SAT d'OR-TOOLS.

La modélisation actuelle est purement déterministe, et on suppose qu'aucun aléa (de production, de durée d'arrêt) ne vient perturber le placement des arrêts. Le stage a donc pour but de rendre le modèle PANACEE *robuste* à certains types d'aléas, i.e., de pouvoir fournir un planning réparé qui restera valable pour n'importe quelle réalisation de l'incertain compris dans un *budget d'incertitudes* donné [1].

Le stage sera encadré par des ingénieurs-chercheurs du groupe R36 et se déroulera selon les trois axes suivants :

- Prise en main de l'outil de PPC actuel (C++) et revue bibliographique,
- Formulation de la version robuste du problème. Une décomposition de type Benders (par génération de coupes) est envisagée, cf [2].
- Implémentation et tests sur des jeux de données réels.

Compétences recherchées.

- Connaissances requises : Troisième année d'école d'ingénieur / Master 2 en optimisation.
- Profil : Mathématiques appliquées (optimisation), informatique (Python/C++).

Conditions matérielles.

- Le stagiaire sera co-encadré par le groupe R36. Lieu du stage : EDF Lab, 7 Boulevard Gaspard Monge 91120 Palaiseau. Le site est accessible par transports en commun.
- Durée : 6 mois
- Rémunération : en fonction du niveau d'étude et de la formation préparée.

Correspondants. Quentin Jacquet, quentin.jacquet@edf.fr ; Alex Fauduet, alex.fauduet@edf.fr

References

- [1] Dimitris Bertsimas and Melvyn Sim. “The Price of Robustness”. In: *Operations Research* 52.1 (Feb. 2004), pp. 35–53. ISSN: 1526-5463. DOI: 10.1287/opre.1030.0065. URL: <http://dx.doi.org/10.1287/opre.1030.0065>.
- [2] Carla Juvin, Laurent Houssin, and Pierre Lopez. “Flow-shop and job-shop robust scheduling problems with budgeted uncertainty”. In: *European Journal of Operational Research* 326.1 (Oct. 2025), pp. 54–68. ISSN: 0377-2217. DOI: 10.1016/j.ejor.2025.04.012. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2025.04.012>.