

Proposition de stage de fin d'études 2021 - 2022 « Optimisation de placements d'arrêts nucléaires : Approche en nombres entiers avec mise-à-jour de la fonction objectif »

Descriptif

Contexte

L'optimisation des plannings d'arrêts pour maintenance et rechargement des réacteurs nucléaires est un problème à forts enjeux pour EDF. En effet, 77 % de l'énergie produite en France provient des 56 réacteurs d'EDF dont les plannings d'arrêts sont réoptimisés tous les deux mois sur un horizon glissant de 5 ans.

L'objectif de cette optimisation à 5 ans est de satisfaire la demande à coût minimum dans un futur incertain puisqu'à la fois les caractéristiques de l'équilibre offre/demande (demande, prix et profondeur d'échanges possibles sur le marché spot de l'électricité, disponibilités et coûts des unités non-nucléaires) et la disponibilité du parc nucléaire sont soumis à des aléas. L'arrêt d'un réacteur entraîne son indisponibilité et nécessite de substituer sa production par d'autres sources. Chaque tranche doit s'arrêter tous les 12 à 18 mois pour garantir son bon fonctionnement. Un arrêt nécessite un grand nombre de personnes et l'utilisation d'équipements spécifiques, ce qui limite le nombre d'arrêts autorisés en parallèle. De plus, la gestion de stock entre deux arrêts est elle-même soumise à des contraintes de sûreté et de garantie de bon fonctionnement. Le/la candidat(e) intéressé trouvera une description détaillée du problème dans le premier chapitre de [1].

Classiquement, ce problème est modélisé comme un problème d'optimisation bi-niveaux. Le choix des dates d'arrêts constitue les variables de décision du premier niveau tandis que la gestion de la production et des stocks nucléaires, sur un ensemble de scénarios, constitue les variables de décision du deuxième. Au niveau opérationnel, l'optimisation est faite de manière déterministe en évaluant les décisions de premier niveau par un placement de production heuristique exploitant des indicateurs de coûts précalculés sur le planning du mois précédent. Un algorithme de recherche local est ensuite utilisé afin d'améliorer le planning initial dans ce voisinage. Le calcul des indicateurs est réalisé par un modèle dont les temps de calculs ne permettent pas une actualisation au cours de l'optimisation.

Objectif

L'objectif de ce stage est d'explorer une piste de recherche permettant de lever deux limitations de l'outil actuel : la recherche locale autour du planning du mois précédent et l'utilisation d'indicateurs de coûts non mise à jour au cours de l'optimisation. Pour cela, le/la stagiaire pourra s'appuyer sur deux avancées récentes de la R&D :

- L'utilisation d'un graphe d'état permettant une recherche exhaustive de dates d'arrêts compatibles avec les contraintes de fonctionnement des réacteurs nucléaires (voir [2]).
- La possibilité de mise à jour des indicateurs de coûts par un méta-modèle utilisant un réseau de neurones.

Ces deux méthodologies permettent d'envisager une résolution itérative du problème résolvant un programme linéaire en nombres entiers (PLNE) guidé par une fonction de coût locale à chaque itération et en mettant à jours les indicateurs de coûts d'une itération à l'autre. Le/la candidat(e) choisi(e) aura pour rôle de :

- formaliser et tester le PLNE résolvant le problème à indicateurs de coûts figés ;
- réaliser une revue de littérature dans le domaine des algorithmes exploitant un méta-modèle ;
- formaliser l'algorithme exploitant la mise à jour des indicateurs de coûts par réseau de neurones, étudier sa validité et ses possibilités de convergences vers un optimum global du problème.

Références

[1] Griset, R. (2018). Méthodes pour la résolution efficace de très grands problèmes combinatoires stochastiques: application à un problème industriel d'EDF (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

[2] Griset, R., Bendotti, P., Detienne, B., Porcheron, M., Şen, H., & Vanderbeck, F. (2021). Combining Dantzig-Wolfe and Benders decompositions to solve a large-scale nuclear outage-planning problem. *European Journal of Operational Research*.

Électricité de France
Département OSIRIS
7 boulevard Gaspard Monge
91120 Palaiseau



Conditions matérielles

Lieu du stage : EDF Lab Paris-Saclay (7, Boulevard Gaspard Monge ; 91120 Palaiseau)

Le site est accessible par transports en commun

Durée : 6 mois.

Rémunération : 1297 euros brut

Date de début : Avril 2022

Profil du stagiaire

Niveau d'étude : : Bac+5 (école d'ingénieurs ou master 2 en recherche opérationnelle)

Domaines de compétence : programmation linéaire en nombres entiers, recherche opérationnelle, informatique scientifique, C++

Profil : Recherche opérationnelle, Optimisation,

Qualité : Le stage nécessite une très bonne capacité d'analyse et de synthèse ainsi qu'un intérêt pour la recherche dans le cadre industriel. Le travail sur données réelles et le lien nécessaire avec d'autres outils de la R&D demandent également un intérêt pour le développement informatique et la structure de code.

Renseignements complémentaires

Candidature (lettre de motivation et CV) à adresser directement aux encadrants.

Rodolphe Griset
rodolphe.griset@edf.fr

Saad Balbiyad
saad.balbiyad@edf.fr