



## Sujet de stage

# **OPTIMISATION BAYESIENNE MULTI-OBJECTIF. APPLICATION A LA PLANIFICATION INNOVANTE DES RESEAUX DE DISTRIBUTION EN PRESENCE D'ENERGIES RENOUVELABLES.**

## CONTEXTE

Dans le cadre de l'optimisation technico-économique des réseaux électriques de distribution en présence d'énergies renouvelables, EDF R&D utilise un simulateur qui permet d'évaluer les coûts et autres indicateurs d'une stratégie de planification en fonction de différents paramètres et scénarios d'usage. Comme les indicateurs à minimiser sont fonction de scénarios aléatoires, ce simulateur est dit stochastique. De ce fait, l'optimisation technico-économique des réseaux de distribution peut être vue comme un problème d'optimisation multi-objectif stochastique.

Il existe de nombreuses façons d'aborder un tel problème dans la littérature. Ici, nous nous intéressons aux techniques d'optimisation bayésienne [1, 2, 3] dans lesquelles les objectifs sont modélisés par des processus aléatoires. Ces techniques permettent de faire un choix séquentiel des valeurs de paramètres à tester en fonction des sorties du simulateur observées et d'un critère d'échantillonnage donné.

En considérant les sorties du simulateur comme des observations bruitées d'une vraie valeur inconnue, des critères d'échantillonnage et de performance adaptés doivent être utilisés. Dans le cas d'un problème multi-objectif bruité, nous pouvons, par exemple, être intéressés par l'incertitude sur le front de Pareto [4].

L'objectif du stage est d'implémenter des algorithmes d'optimisation bayésienne multi-objectif et de comparer leurs performances sur des cas d'étude disponibles dans la littérature et sur des cas réalistes représentant le comportement du simulateur d'EDF R&D.

## OBJECTIFS

Intégré au sein d'une équipe projet dynamique, le stagiaire devra :

- Comprendre les algorithmes existants dans la littérature dans le cadre de l'optimisation bayésienne multi-objectif ;
- Implémenter certains de ces algorithmes en Matlab en utilisant des bibliothèques fournis par EDF ;
- Tester les algorithmes codés sur plusieurs problèmes types réalistes, en fonction de métriques de comparaison de référence ou de nouvelles métriques à proposer ;
- Présenter et valoriser les résultats et apports obtenus lors du stage.

[1] Zuluaga, M., Krause, A., Sergent, G., & Püschel, M. (2013). *Active learning for multi-objective optimization*. 30th International Conference on Machine Learning, ICML 2013, 28(PART 1), 462-470.

[2] Picheny, V. (2015). *Multiobjective optimization using Gaussian process emulators via stepwise uncertainty reduction*. *Statistics and Computing*, 25(6), 1265-1280. <https://doi.org/10.1007/s11222-014-9477-x>

[3] Hernández-Lobato, D., Hernández-Lobato, J. M., Shah, A., & Adams, R. P. (2016). *Predictive entropy search for multi-objective Bayesian optimization*. 33rd International Conference on Machine Learning, ICML 2016, 3, 2219-2237.

[4] Binois, M., Ginsbourger, D., & Roustant, O. (2014). *Quantifying uncertainty on Pareto fronts with Gaussian process conditional simulations*. *European Journal of Operational Research*, 243(2), 386-394. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.032>

## ETUDIANTS CONCERNES

Stage de fin d'études Bac + 5.

## COMPETENCES SOUHAITEES

Elève ingénieur ou Master 2, de préférence avec une spécialisation en mathématiques appliquées : optimisation, probabilités, statistiques et/ou méthodes numériques.

Curiosité, rigueur, autonomie et esprit d'initiative font partie des qualités requises.

Bon niveau de compréhension en anglais écrit.

Maîtrise d'au moins un langage de programmation « scientifique » de haut niveau (type Python, Matlab/Octave, R).

Fort intérêt pour la programmation scientifique.

## OUTILS

Bureautique usuelle indispensable.

Le codage des algorithmes d'optimisation se fera sous Matlab. Une utilisation préalable de ce logiciel est requise.

## CONTACT

Envoyer CV et lettre de motivation à :

[bruno.tebbal-barracosa@edf.fr](mailto:bruno.tebbal-barracosa@edf.fr)

[julien.bect@centralesupelec.fr](mailto:julien.bect@centralesupelec.fr)

## CONDITIONS DU STAGE

### Lieu

Le stage se déroulera au centre EDF Lab Paris-Saclay (91), avec le groupe « Fonctionnement des Systèmes Électriques et Raccordement » du département Economie, Fonctionnement et Etude des Systèmes Energétiques (EFESE). Le stagiaire sera également amené à se rendre régulièrement au Laboratoire des Signaux et Systèmes (L2S) à CentraleSupélec, Gif-Sur-Yvette (91).

### Durée

5 à 6 mois, à partir de mars/avril 2020.