

Sujet de stage pour Master 2 en Statistiques/Mathématiques Appliquées à EDF R&D

Titre : Développement d'algorithmes pour l'exploration d'un code de calcul monotone
Bertrand Iooss et Nicolas Bousquet (EDF R&D)

Une des activités du Département de Management des Risques Industriels d'EDF R&D concerne le développement d'approches stochastiques pour le traitement des incertitudes dans les codes de calcul. L'exploration statistique du comportement de codes simulant des phénomènes physiques présente un intérêt majeur pour leur calibration et qualification. Le problème majeur est celui du coût en temps de calcul, conduisant à la volonté de réaliser un minimum d'appels au code de calcul. Certains travaux récents ont montré l'efficacité d'algorithmes exploitant des propriétés de régularité du code (e.g. monotonie de la sortie Y par rapport à chaque entrée X_i de la fonction $Y = f(\mathbf{X})$, cf. [1]).

Ce sujet de stage concerne une question importante liée à ces travaux : comment prouver la monotonie d'un code de calcul. D'un point de vue mathématique, cette question est liée à la recherche d'extrema locaux d'une fonction. Une bibliographie sera réalisée sur ce sujet afin de trouver les modèles les plus adaptés aux codes monotones. Une première possibilité qui pourra être explorée par le stagiaire sera de formaliser ce problème en termes probabilistes et, par exemple, de le résoudre via des algorithmes d'optimisation de type EGO (Efficient Global Optimisation, cf. [2]) qui se basent sur un modèle d'approximation du code par un processus gaussien (PG, cf. [3]). La modélisation des dérivées partielles ou d'une transformation de ces dérivées partielles par des modèles PG sera envisagée.

Le travail se déroulera schématiquement en une phase bibliographique, une phase de développements théoriques et algorithmiques, une phase de programmation (préférentiellement en langage R dans lequel existe déjà une série de packages sur la modélisation par processus gaussiens et EGO), une phase de tests sur une batterie de fonctions jouets de complexité variable et une phase d'application sur un problème industriel d'intérêt pour EDF.

Ce stage bénéficiera d'un environnement local d'une quinzaine de chercheurs et doctorants travaillant sur les problèmes d'incertitudes de modèles numériques, de l'important travail de recherche de la communauté française sur le thème des approches stochastiques pour l'expérimentation numérique (GdR du CNRS : MASCOT-NUM, <http://www.gdr-mascotnum.fr>, Consortium ReDICE, <http://www.redice-project.org/doku.php>). Ce stage sera également suivi par David Ginsbourger, chercheur à l'Université de Berne et spécialiste de modélisation par processus gaussiens et d'optimisation.

Bibliographie

- [1] N. Bousquet, Accelerated Monte Carlo estimation of exceedance probabilities under monotonicity constraints, *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 21(3) : 557-591, 2012.
- [2] D. R. Jones, M. Schonlau and W. J. Welch. Efficient global optimization of expensive black-box functions. *J. Global Optim.*, 13(4):455-492, 1998.
- [3] T. J. Santner, B. J. Williams and W. I. Notz, *The design and analysis of computer experiments*, Springer, 2003.

Compétences du candidat

Master 2 ou Ecole d'ingénieurs avec de solides bases en Statistique et Probabilités.
Algorithmique et programmation (idéalement : logiciel R et langage C).

Modalités pratiques

Durée du stage : de 4 à 6 mois. Ce stage se déroulera dans les locaux d'EDF R&D à Chatou (région parisienne). Une rémunération est prévue.

Contact

Bertrand Iooss
EDF-R&D, Département MRI, 6 quai Watier, 78401 Chatou.
Mail : bertrand.iooss [at] edf.fr