

## **Sujet de stage de fin d'études en Statistiques/Mathématiques Appliquées à EDF R&D**

### **Titre : Méthodes robustes et estimations itératives en analyse de sensibilité**

Thibault Delage, Bertrand looss, Michaël Baudin et Anne-Laure Popelin (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 (cf. [www.gdr-mascotnum.fr](http://www.gdr-mascotnum.fr) pour plus de détails sur ce domaine de recherche scientifique). 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.

Le sujet du stage concerne l'étape d'analyse de sensibilité du modèle numérique [1], qui vise à évaluer l'impact relatif des paramètres d'entrée d'un code sur ses variables de sortie. En particulier, on s'intéressera aux indices de Sobol (basée sur les notions de décomposition de la variance fonctionnelle de la sortie du modèle) et aux procédures permettant de les estimer (principalement de type échantillonnage Monte Carlo). Les axes de travail seront les suivants :

1. Le sujet de l'estimation séquentielle des indices utiles pour développer un critère d'arrêt quand la précision de l'estimateur est acceptable ;
2. L'étude et le développement de formules de mise à jour des indices quand chaque observation ne peut être enregistrée (thème de l'estimation itérative de quantités statistiques) ;
3. Les problèmes de conditionnement des différentes formules d'estimation des indices [2] ;
4. La robustesse de l'estimation à la présence de valeurs manquantes dans les échantillons (dues à des simulations plantées par exemple).

Le travail se déroulera schématiquement en une phase bibliographique, une phase de développements théoriques et algorithmiques, une phase de programmation, une phase de tests sur une batterie de fonctions jouets de complexités variables et une phase d'application sur un exemple industriel. Ce stage bénéficiera également d'un environnement local d'une quinzaine de chercheurs et doctorants travaillant sur les problèmes d'exploration, de traitement des incertitudes et d'optimisation de modèles numériques.

### **Bibliographie :**

[1] R. Faivre, B. looss, S. Mahévas, D. Makowski, H. Monod, editors. *Analyse de sensibilité et exploration de modèles. Applications aux modèles environnementaux*. Editions Quae, 2013.

[2] Nicholas J. Higham, *Accuracy and Stability of Numerical Algorithms*, 2002

### **Compétences du candidat**

Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieurs avec des bases en statistique, probabilités, optimisation et programmation (idéalement : logiciel R et langage C).

### **Modalités pratiques**

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

### **Contact**

Thibault Delage – Bertrand looss

EDF-R&D, Département MRI, 6 quai Watier, 78401 Chatou.