

## Stage BAC+5 (Ecole d'ingénieur ou MASTER 2)

### **Prise en compte de contraintes d'inégalité dans le traitement des incertitudes en simulation numérique**

De nombreux phénomènes physiques sont représentés par des équations déterministes qui conduisent, lors de la phase de modélisation numérique, à l'obtention de simulateurs numériques ou de codes de calcul. Ces codes de calcul prennent en entrée un certain nombre de variables ou paramètres incertains. Les codes de calcul utilisés lors des études de sûreté sont souvent complexes et coûteux en temps de calcul. Par conséquent, leur exploitation directe pour propager les incertitudes ou réaliser des analyses de sensibilité s'avère difficile. Une solution est alors de remplacer le code de calcul par un modèle simplifié appelé métamodèle, rapide à évaluer et représentatif du code de calcul dans le domaine d'étude. Parmi les métamodèles classiquement utilisés pour l'approximation des simulateurs numériques, le krigeage (ou processus gaussien) s'avère très performant dans de nombreuses applications.

Dans de nombreuses applications, les quantités physiques modélisées sont supposées vérifier certains comportements connus a priori. Cette connaissance a priori peut se traduire par des contraintes de symétries, de positivité ou encore de monotonie. Par exemple, des concentrations chimiques doivent être comprises entre 0 et 1, la sortie du modèle peut être croissante par rapport à un des paramètres d'entrée, etc. Récemment, Da Veiga et Marrel [2012, 2014] ont proposé une approche pour prendre en compte de telles informations (et plus généralement tout type de contraintes linéaires) lors de la construction du métamodèle de krigeage. Des premiers tests concluants ont été réalisés sur des modèles analytiques en dimension 1, 2 et 5 et avec certaines fonctions de covariance.

L'objectif de ce stage est d'améliorer l'approche proposée (généralisation à la grande dimension, prise en compte d'autres fonctions de covariance, placement optimal des points de contraintes) et de l'appliquer à l'analyse de sensibilité des simulateurs numériques utilisés pour l'évaluation physico-probabiliste de marge de sûreté. Cette approche pourra aussi être comparée à celle de H. Maatouk (2014) qui s'appuie sur une décomposition fonctionnelle spécifique permettant que la contrainte de monotonie se traduise par une contrainte de positivité sur les coefficients de la décomposition.

*Da Veiga S. and Marrel A. (2012). Gaussian process modeling with inequality constraints. Annales de la faculté des sciences de Toulouse Mathématiques 21(3):529-555.*

*Maatouk (2014). Gaussian processes for computer experiments with monotonicity information. MUCM conference 2014.*

*Marrel A. and Da Veiga S. (2014). Gaussian process modeling with inequality constraints. MUCM conference 2014.*

**Domaine** : Statistiques et probabilités

**Durée du stage** : 6 mois

**Formation souhaitée** : BAC + 5 (Ecole d'ingénieur ou Master 2)

**Langages informatiques** : Matlab, R

**Responsable** : Amandine MARREL – amandine.marrel[at]cea.fr

**Indemnité mensuelle** : entre 700 et 1300 euros brut, plus 229 euros d'indemnité de logement