

# Adaptation de la méthode SUR (Sequential Uncertainty Reduction) en présence d'entrées fonctionnelles incertaines à la prise en compte de calculs partiellement convergés

## Mots clés

Inversion, sequential uncertainty reduction (SUR), processus gaussien (krigeage), statistique appliquée.

## Contexte

Ce stage s'inscrit dans le cadre de la chaire en mathématiques appliquées OQUAIDO. Ce projet mêle des industriels (BRGM, CEA, IRSN, STORENGY, IFPEN, SAFRAN) et des universitaires (UPS Toulouse, ECL Lyon, Mines de Saint-Etienne, UGA Grenoble, Université NICE) et a pour objectif d'exploiter les résultats de simulations numériques coûteuses pour répondre à des problématiques de quantification des incertitudes, d'optimisation et de problèmes inverses.

Dans ce contexte, le stage porte plus particulièrement sur l'inversion. Il s'agit d'estimer l'ensemble  $\Gamma$  des  $p$  variables de contrôles pour lesquelles la variable d'intérêt (la sortie du code de calcul) reste en dessous un certain seuil  $c$ .

$$\Gamma = \{x \in [0, 1]^p, \mathcal{M}(x) < c\}$$

Dans le contexte où  $\mathcal{M}$  est un gros code de calcul industriel, l'évaluation d'un tel ensemble se fait séquentiellement par des méthodes basées sur des processus gaussiens. Récemment, El Amri *et al* (papier à soumettre) ont proposé une méthode pour résoudre le problème quand la sortie du code de calcul dépend de variables d'environnement fonctionnelles incertaines  $V$ . Le problème est alors remplacé par le suivant :

$$\tilde{\Gamma} = \{x \in [0, 1]^p, \mathbb{E}(\mathcal{M}(x, V)) < c\}$$

La difficulté principale est l'estimation de  $\mathbb{E}(\mathcal{M}(x, V))$  en un point  $x$  fixé quand  $V$  est une variable aléatoire fonctionnelle dont la loi n'est connue qu'au travers un échantillon de  $n$  réalisations  $\{V_1, \dots, V_n\}$ .

## Sujet

Le but du stage est de proposer une méthode efficace d'estimation de  $\mathbb{E}(\mathcal{M}(x, V))$  ne faisant intervenir qu'un nombre restreint d'appels au code  $\mathcal{M}$ . On pourra tolérer une forte variance d'estimation en certains points  $x$  pour lesquels la sortie est éloignée du seuil  $c$  alors qu'un calcul précis sera attendu en proximité de la frontière. La méthode devra être testée sur des exemples analytiques et également sur un cas test provenant d'IFPEN. Dans ce cas industriel l'objectif est le paramétrage des systèmes de dépollution des gaz d'échappement pour que les normes d'émission soient satisfaites, quelque soit le type de conduite.

Des données réelles provenant d'une campagne de simulations chez IFPEN seront mises à disposition.

## Principales étapes du travail

- ◇ Bibliographie : [1], [2], [3]
- ◇ Proposition d'un critère d'arrêt pour l'évaluation de  $\mathbb{E}(\mathcal{M}(x, V))$
- ◇ Tests de la méthode sur des cas analytiques
- ◇ Application sur le cas test industriel

## RÉFÉRENCES

### Lieu de stage

Le stage se déroulera à l'Ecole Centrale de Lyon au sein de l'Institut Camille Jordan ou au Laboratoire Jean Kuntzmann de Grenoble en interaction avec les ingénieurs de recherche d'IFPEN.

### Rémunération et durée

- ◇ Durée : 5 mois, début : mars-avril 2018;
- ◇ Rémunération : 554,40 euros net par mois.

### Contacts

Céline Helbert (celine.helbert@ec-lyon.fr)

Clémentine Prieur (clementine.prieur@imag.fr)

## Références

- [1] Clément Chevalier. *Fast uncertainty reduction strategies relying on Gaussian process models*. Theses, Universität Bern, September 2013.
- [2] Victor Picheny and David Ginsbourger. Approximating computer experiments using partially converged simulations and a Gaussian process emulator. working paper or preprint, June 2012.
- [3] Olivier Roustant, David Ginsbourger, and Yves Deville. DiceKriging, DiceOptim : Two R packages for the analysis of computer experiments by kriging-based metamodeling and optimization. working paper or preprint, December 2012.