



Métamodèles pour l'analyse de fiabilité de systèmes complexes couplés par des variables scalaires ou fonctionnelles

Thèse à pourvoir en 2015

Encadrant CEA : Guillaume Perrin.

Encadrant universitaire : Josselin Garnier (Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris Diderot).

Contexte :

Profitant de l'accroissement des puissances de calcul disponibles, la simulation est de plus en plus utilisée pour l'évaluation du risque associé à de systèmes de plus en plus complexes. De manière classique, la sécurité d'un système complexe peut être analysée à travers l'évaluation de la probabilité P_f qu'une grandeur d'intérêt à surveiller, $y = M(x)$, dépasse un certain seuil T :

$$P_f = P(y > T) = P(M(x) > T)$$

où le vecteur x regroupe les différents paramètres de modélisation du système étudié, et où le coût de calcul associé à une évaluation de M peut rapidement devenir considérable.

De nombreuses méthodes permettant d'évaluer ces probabilités à partir d'un nombre restreint d'évaluations ont ainsi été développées ces dernières années. La grande majorité de ces méthodes considèrent le code M comme une unique boîte noire, et se concentrent alors sur une optimisation des tirages de x dans son espace de définition. Néanmoins, dans un grand nombre d'applications, cette fonctionnelle peut être mise sous la forme :

$$M(x) = M_P \circ \dots \circ M_1(x),$$

où M_1, \dots, M_P peuvent correspondre :

- à un enchaînement de plusieurs codes aux physiques différentes, aux coûts numériques variables, faisant apparaître des résultats intermédiaires utilisables, qui peuvent être de natures scalaires ou fonctionnelles,
- à des appels au code pour des conditions initiales différentes, avec par exemple le cas suivant, pour $1 \leq i \leq P$:

$$M_i \circ \dots \circ M_1(x) = \{f(t, x), 0 \leq t \leq t_i\}, 0 \leq t_1 \leq \dots \leq t_P,$$

où $f(t, x)$ correspond à la réponse transitoire à t d'un code de calcul, ne dépendant que de la réponse de ce système aux instants $t' \leq t$.

Dans de telles configurations, le coût total C_{tot} associé à une évaluation de M correspond à la somme des coûts C_i , associés à chaque opération M_i respectivement.

Ce travail de thèse cherchera ainsi à proposer des méthodes innovantes permettant d'exploiter cette structure "emboîtée" dans une perspective d'optimisation de l'évaluation de P_f à coût total fixé. En particulier, la possibilité d'utiliser des métamodèles, ainsi que la quantification des erreurs de métamodélisation associées, seront étudiées.

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre DAM-Île de France - Bruyères-le-Châtel
91297 ARPAJON Cedex
Etablissement public à caractère industriel et commercial
RCS Paris B 775 685 019

Contact :
guillaume.perrin2@cea.fr
+33 (0)1 69 26 40 00
garnier@math.univ-paris-diderot.fr

