



# 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  
Établissement public à caractère industriel et commercial  
RCS Paris B 775 685 019

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

