



Sujet de stage master 2 ou 3<sup>ème</sup> année d'École

**Utilisation de la métamodélisation pour l'analyse de fiabilité des systèmes complexes. Application aux systèmes emboîtés.**

**Centre d'accueil :** CEA/DAM/DIF, F-91297, Arpajon, France

**Contact :** Guillaume Perrin, [guillaume.PERRIN2@cea.fr](mailto:guillaume.PERRIN2@cea.fr)

### 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, que l'on nomme  $Y$  et que l'on suppose dépendre d'un vecteur de paramètres d'entrée  $x$  à travers un modèle  $M$ , dépasse un certain seuil  $T$ :  $P_f = \text{Proba} ( Y = M(x) > T )$ .

Le coût de calcul associé à une seule 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:

$$M(x) = M_1 \circ M_2 \circ \dots \circ M_p(x),$$

où les fonctions  $M_1, M_2, \dots, M_p$  peuvent correspondre à un enchaînement de plusieurs codes aux physiques différentes, aux coûts numériques variables, faisant apparaître des résultats intermédiaires utilisables, ou à des appels au code pour des conditions initiales décalées dans le temps. Dans de telles configurations, le coût de calcul total associé à une évaluation de  $M$  correspond à la somme des coûts associés à chaque opération  $M_1, \dots, M_p$ .

### Descriptif de l'étude

Au cours de son stage, le stagiaire sera ainsi amené à proposer des méthodes innovantes permettant d'exploiter cette structure "emboîtée" dans une perspective d'optimisation de l'évaluation de la probabilité  $P_f$  à coût total fixé. En particulier, la possibilité d'utiliser des métamodèles, c'est à dire des approximations mathématiques faciles à évaluer de  $M$ , sera étudiée. La quantification des erreurs associées à cette utilisation de métamodèles fera également l'objet d'une attention particulière. L'efficacité des méthodes proposées pourra enfin être évaluée à partir de l'analyse de cas analytiques.

### Connaissances requises

Ce stage demande des connaissances en probabilités/statistique et en programmation de type matlab ou R.

**Détails pratiques :** Le poste est basé sur le centre CEA DAM Île de France situé à Bruyères-le-Châtel. Des lignes de bus CEA desservent le centre depuis Paris et la banlieue. Pour des raisons d'accessibilité sur le centre, il est nécessaire de posséder la nationalité française.