



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

**Sensibilité d'une probabilité de dépassement de seuil vis-à-vis d'incertitudes sur les paramètres d'entrée d'un code numérique.**

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

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

**Mots clés :** apprentissage, quantification des incertitudes, fiabilité, analyse de sensibilité.

**Contexte :**

Profitant de l'accroissement des puissances de calcul disponibles, la simulation est de plus en plus utilisée pour l'analyse de risque. De manière classique, la sécurité d'un système, que l'on suppose être paramétré par un vecteur d'entrées  $\mathbf{x}=(x_1, \dots, x_d)$ , peut être analysée à travers l'évaluation de la probabilité  $P_f$  qu'une grandeur d'intérêt  $Y(\mathbf{x})$  dépasse un certain seuil  $S$  :  $P_f = \text{Proba}_{\mathbf{x}} ( Y(\mathbf{x}) > S )$ . Par construction, cette probabilité est ainsi complètement déterminée par la mesure statistique des entrées  $\mathbf{x}$ , que l'on nomme  $\mu_{\mathbf{x}}$ .

**Descriptif de l'étude :**

Trois objectifs sont poursuivis par le stage proposé. Dans un premier temps, on s'intéressera aux méthodes permettant de caractériser la sensibilité de  $P_f$  vis-à-vis de chaque entrée  $x_1, \dots, x_d$ , à mesure  $\mu_{\mathbf{x}}$  fixée. Ensuite, on pourra quantifier l'influence d'une incertitude concernant  $\mu_{\mathbf{x}}$  sur la probabilité  $P_f$ . En pratique, on se limitera aux cas où la moyenne et/ou la structure de covariance de  $\mathbf{x}$  sont connues de manière imprécise. Enfin, il s'agira de proposer une méthode permettant de caractériser la sensibilité de  $P_f$  vis-à-vis de chaque entrée  $x_1, \dots, x_d$ , en intégrant cette fois les incertitudes sur  $\mu_{\mathbf{x}}$ .

Les méthodes classiques d'estimation de  $P_f$  et d'analyse de sensibilité globale requièrent de très nombreux appels aux codes de calcul. Lorsque le temps de calcul associé à une seule évaluation de  $Y(\mathbf{x})$  peut être très coûteux (par exemple plusieurs centaines d'heures CPU pour certaines applications au CEA), il est alors nécessaire de coupler ces techniques classiques à un métamodèle, c'est-à-dire une approximation mathématique de  $Y(\mathbf{x})$  facile à calculer. Afin de pouvoir répondre aux objectifs précédents, le futur stagiaire aura ainsi l'occasion, au cours de son stage, de se familiariser à différentes techniques d'apprentissage statistique, afin de pouvoir prédire la valeur de  $Y$  sur tout son domaine de définition à partir d'un nombre restreint d'appels au code.

L'efficacité des approches développées sera enfin testée sur des cas tests numériques proches des problèmes traités au CEA.

**Connaissances requises :** ce stage demande des connaissances en probabilités/statistique et en programmation de type R, matlab ou python.

**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.