

## Post Doc proposé à partir de 01/2014

### MÉTA-MODÉLISATION PAR KRIGEAGE DU COMPORTEMENT D'UNE STRUCTURE MÉCANIQUE SOUMISE À DES SÉISMES

En simulation numérique la mise en œuvre de méthodes de conception ou de propagation d'incertitudes (tirages Monte Carlo) nécessite un grand nombre d'exécutions d'un code de simulation. Pour réduire les temps de calculs un méta-modèle, représentation simplifiée du code peut être utilisée. Récemment les méthodes d'approximation par krigeage [1] ont montré leur intérêt notamment lorsque ces outils sont par la suite utilisés pour la conception. Leurs prédictions associées à des intervalles de confiance permettent de planifier efficacement les simulations numériques.

La mise en œuvre du krigeage portera sur la simulation via le code CAST3M (<http://www-cast3m.cea.fr>) du comportement des structures mécaniques soumises à des séismes. L'objectif est l'évaluation du risque sismique en termes de probabilité de défaillance des structures sous sollicitations aléatoires en lien avec les études de sûreté menées sur les installations.

Le cas test étudié est celui proposé par le CEA dans le projet ANR CHORUS [2] visant à évaluer pour une ligne de tuyauterie, son niveau de marge sous excitation sismique. Un modèle éléments-finis de type poutre a été réalisé et validé à partir d'essais statiques, modaux et sismiques. Avec ce modèle, on souhaite estimer numériquement la courbe de fragilité de la tuyauterie (courbe représentant la probabilité de défaillance en fonction d'un niveau croissant d'excitation sismique) en intégrant l'ensemble des incertitudes inhérentes au problème. Ces incertitudes concernent les caractéristiques mécaniques de la ligne, le critère de défaillance de la ligne et son amortissement. La dernière source d'incertitude provient de l'excitation sismique, aléatoire par nature.

La particularité de l'étude est que les entrées et les sorties sont fonctionnelles. On envisagera les décompositions spectrales sur les entrées (excitations sismiques). En sortie, l'approximation porte non pas sur une donnée scalaire mais sur une courbe. Cette courbe dite de fragilité, représente la probabilité de défaillance en fonction du niveau caractérisant l'intensité sismique, elle peut être approchée par une fonction monotone croissante. On étudiera les méthodes permettant de prendre en compte cette contrainte *a priori* et notamment celles proposées par [3] dans la construction du méta-modèle par processus gaussiens contraints.

Les fonctionnalités du krigeage seront disponibles via la librairie gpLib intégrée dans la plate-forme URANIE développée au CEA et dédiée à la conception et à la prise en compte des incertitudes en simulation numérique. Compte tenu de la complexité du problème on retiendra les covariances de Matérn à régularité fixée et en postulant une loi affine sur la moyenne. On visera à mettre en œuvre une méthodologie de sélection des hyper-paramètres suffisamment robuste

numériquement (pré-exploration de l'espace, contrôle du conditionnement de la matrice de covariance).

[1] T.J. Santner, B.J. Williams, W.I. Notz, The Design and Analysis of Computer Experiments, Springer, 2003

[2] CHORUS, Common Horizon of Open Research on Uncertainty in Simulations, projet ANR 2013-2017, EADS, EdF, CEA, Orange, Imacs, Phimeca, Gem, LPMA, LIGM, USTRA

[3] S. Da Veiga, A. Marrel, Constrained Gaussian process modeling, GdR Mascot-Num, 2012

Lieu : le travail sera réalisé au sein du Laboratoire de Recherche Conventionné MANON (Modélisation et Approximation Numérique Orienté pour l'énergie Nucléaire) à Jussieu et au Département de Modélisation des Systèmes et Structures au CEA de Saclay.

Profil du candidat : le candidat doit avoir des compétences en modélisation probabiliste.

Contact : [jean-marc.martinez@cea.fr](mailto:jean-marc.martinez@cea.fr), [cyril.feau@cea.fr](mailto:cyril.feau@cea.fr), [garnier@math.univ-paris-diderot.fr](mailto:garnier@math.univ-paris-diderot.fr)

|  
|