



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

**Couplage de métamodèles déterministes et stochastiques pour la prédiction des sorties de codes complexes.**

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

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

**Mots clés :** apprentissage, quantification des incertitudes, expérimentation numérique.

**Contexte :**

La conception, l'optimisation, et la certification des systèmes physiques se basent de plus en plus sur la simulation numérique. Pour que la simulation puisse assumer ce rôle, il est alors nécessaire de travailler sur son caractère prédictif. Cela demande l'analyse des différentes sources d'incertitudes (dues par exemple à la simplification ou la discrétisation des équations mathématiques décrivant l'évolution du système physique concerné), et la quantification de leur influence sur les résultats de simulation. La plupart des méthodes actuelles d'analyse et de quantification des incertitudes reposent sur un très grand nombre d'appels aux codes de simulation. Dans des configurations où chaque appel au code peut être très coûteux (par exemple plusieurs centaines d'heures CPU pour certaines applications au CEA), il est nécessaire de coupler ces techniques classiques à un métamodèle. On appelle métamodèle toute approximation mathématique  $y(x)$ , facile à calculer, qui peut être utilisée pour prédire la valeur  $y(x)$  d'une quantité d'intérêt  $y$ , en une entrée non calculée du code,  $x$ .

**Descriptif de l'étude :**

Lorsque l'information disponible est un ensemble fini de couples entrées-sorties, on distingue généralement deux types de métamodèles : les métamodèles *déterministes*, pour lesquels  $y(x)$  est une valeur déterministe, et les métamodèles *stochastiques*, pour lesquelles  $y(x)$  est une valeur aléatoire. Au cours de son stage, le stagiaire sera ainsi amené, dans un premier temps, à analyser les avantages et les inconvénients de plusieurs représentants majeurs de ces deux classes : les méthodes d'approximation parcimonieuse et les méthodes d'approximation de faible rang pour les métamodèles déterministes, et la régression par processus gaussien pour les métamodèles stochastiques. Dans un second temps, il cherchera à coupler ces différents types de métamodèles, afin d'exploiter au mieux les avantages de chacun.

L'efficacité de tels métamodèles sera évaluée sur des cas tests numériques proches des problèmes traités au CEA. En particulier, les apports de tels modèles pour l'analyse de sensibilité, la calibration et la garantie de systèmes complexes feront l'objet d'une attention particulière.

**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.