



Sujet de Master 2.

**Calage de codes numériques bruités avec entrées incertaines.**

**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 statistique, quantification des incertitudes, approches bayésiennes.

**Contexte industriel.** Profitant de l'accroissement des puissances de calcul disponibles et de progrès importants en modélisation des phénomènes physiques, la simulation numérique s'impose actuellement comme un outil majeur pour la conception, l'optimisation et la certification de systèmes de plus en plus complexes. Pour remplir ces missions, la simulation numérique se doit d'être prédictive, c'est-à-dire d'être capable de *prédire*, tout en associant une *confiance* à cette prédiction, le comportement d'un système innovant dans des conditions originales, sans avoir recourt à l'expérience.

**Descriptif de l'étude.** Les codes numériques présentent généralement deux types d'entrées : les *points de fonctionnement*, qui définissent les conditions de la simulation (description physique et géométrique de l'objet considéré, propriétés de l'environnement extérieur), et les *paramètres de calage*, qui correspondent aux grandeurs physiques ou numériques qu'il est nécessaire de définir pour évaluer le code. Ces paramètres sont supposés ne pas dépendre du point de fonctionnement, et correspondent typiquement aux paramètres des lois physiques (constantes universelles par exemple). Pour garantir la capacité prédictive des codes, il convient d'optimiser ces paramètres, à partir d'une confrontation entre résultats expérimentaux et sorties de simulation. Cette optimisation est rendue plus difficile lorsque des dispersions sont observées sur les points de fonctionnement, ainsi que sur les sorties du code. Ces dispersions peuvent être dues à des tolérances de fabrication, des erreurs de mesure, ou encore la présence de schémas de résolution stochastiques de type Monte Carlo. L'idée du stage est alors d'adapter les méthodes de calage existantes pour leur permettre d'intégrer ces difficultés nouvelles.

**Déroulement du stage.** Dans un premier temps, le stagiaire sera amené à étudier les méthodes classiques de calage de codes numériques. Une attention particulière sera portée sur les approches probabilistes, qui permettent de prendre en compte les différentes sources d'incertitudes dans le calage et de contrôler la précision des résultats. Dans un second temps, on cherchera à quantifier, et à réduire si possible, l'influence des dispersions sur les entrées et les sorties de simulation sur la bonne identification des paramètres de calage. 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 matlab, python 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.