



Stage de 4 - 6 mois : Master ou école d'ingénieur

## **Conception par la simulation : optimisation multi-objectif basée sur un enrichissement de métamodèle**

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

**Contact :**

- Philippe Mellinger, [philippe.mellinger@cea.fr](mailto:philippe.mellinger@cea.fr)
- Cédric Durantin, [cedric.durantin@cea.fr](mailto:cedric.durantin@cea.fr)

**Mots clés :** optimisation multi-objectif, apprentissage statistique, quantification des incertitudes.

**Contexte.** Le dimensionnement d'un système complexe est souvent basé sur un modèle numérique représentant son comportement physique. Le système est alors défini comme un ensemble de paramètres de conception correspondant aux solutions techniques réalisables. Les méthodes usuelles d'optimisation nécessitent de nombreux appels au code numérique qui peuvent s'avérer trop coûteux pour les systèmes étudiés au CEA/DAM. Il faut alors remplacer la simulation par un métamodèle, basé sur un nombre limité d'appels au code, qui soit précis au voisinage des points optimaux. La construction de ce métamodèle et la stratégie de recherche des points optimaux sont rendues encore plus complexes s'il y a plus d'un objectif à optimiser, et s'il existe des contraintes sur les paramètres de conception et/ou sur certaines quantités d'intérêt. Pour résoudre ces difficultés, une solution est de s'orienter vers une méthodologie basée sur des processus gaussiens. Ces méthodes prennent en compte l'incertitude sur la valeur fournie par le métamodèle et s'intègrent naturellement dans des stratégies d'enrichissement bayésiennes. L'enrichissement est un processus itératif ayant pour but de déterminer les meilleurs points à calculer pour améliorer un métamodèle. Ici l'amélioration du métamodèle passe par l'amélioration du caractère prédictif dans la zone de l'optimum global, ou du front de Pareto dans le cas multi-objectif.

**Descriptif de l'étude.** L'objectif du stage est de proposer une méthode d'enrichissement par «batch» et non plus «point par point». L'intérêt réside dans les temps élevés de calcul et dans la forte capacité de parallélisations de ces calculs au CEA/DAM. En effet, si un calcul dure une semaine, il est bien plus intéressant d'effectuer une trentaine de calculs en parallèle qu'un unique calcul durant ce laps de temps. Dans un premier temps, l'étudiant sera amené à prendre en main les outils d'optimisation multi-objectif basée sur une approche itérative d'enrichissement «point par point». Il devra ensuite proposer, en s'appuyant sur les études déjà effectuées, une méthodologie d'enrichissement par «batch», i.e. «ensemble de points par ensemble de points». L'efficacité des approches développées sera finalement 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, Python ou Julia.

**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.