



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

## **Optimisation multi-objectif de codes numériques coûteux dépendant de variables mixtes.**

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

**Contact :** C. Durantin, [cedric.durantin@cea.fr](mailto:cedric.durantin@cea.fr) ; P. Mellinger [philippe.mellinger@cea.fr](mailto:philippe.mellinger@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. Ces paramètres peuvent être des variables continues, notées  $\mathbf{x}$ , telles que des dimensions géométriques. Ils peuvent aussi correspondre à des variables catégorielles, notées  $\mathbf{u}$ , indiquant par exemple les différents choix de matériaux possibles. Des quantités d'intérêts, notées  $\mathbf{Y}(\mathbf{x}, \mathbf{u})$ , sont utilisées pour évaluer la pertinence d'une conception particulière à partir du résultat de la simulation numérique. Lorsque l'évaluation du modèle est coûteuse, la recherche d'une solution optimale au sens de l'ensemble des quantités d'intérêts nécessite l'introduction de techniques d'optimisations évoluées. Par ailleurs, la caractérisation du système par des variables mixtes (mélange de variables continues et catégorielles) rend cette optimisation plus difficile. Des méthodes spécifiques doivent être mises en place pour traiter ce problème d'optimisation multi-objectif de codes numériques coûteux dépendant de variables mixtes.

**Descriptif de l'étude.** L'objectif du stage est de proposer une ou plusieurs méthodes permettant de résoudre le problème d'optimisation présenté ci-dessus avec un coût numérique le plus faible possible. Dans un premier temps, on s'intéressera aux méthodes d'approximations (appelée métamodèle) de  $\mathbf{Y}(\mathbf{x}, \mathbf{u})$  basées sur un faible nombre d'appels au modèle numérique. Le stagiaire s'appuiera sur les études déjà effectuées sur ce sujet au sein du CEA/DIF sur les métamodèles avec entrées mixtes. Ensuite, on abordera les stratégies permettant d'améliorer la prédiction de ces approximations pour des cas d'optimisation où une seule quantité d'intérêt intervient. A la fin de cette étape, l'étudiant sera capable de comprendre pourquoi les méthodes usuelles ne peuvent pas être utilisées dans cette étude. Il sera alors amené à proposer des méthodes innovantes permettant d'obtenir la solution optimale du problème d'optimisation multi-objectif. 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.