



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

**Optimisation robuste de systèmes complexes à partir de codes numériques coûteux.**

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

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

**Mots clés :** conception et optimisation robuste, apprentissage statistique, quantification des incertitudes.

**Contexte.** La conception et l'optimisation de systèmes complexes se base de plus en plus sur la simulation numérique. Pour cela, on distingue généralement trois étapes :

- la caractérisation du système par un vecteur de paramètres de décision, noté  $\mathbf{x}$ , prenant des valeurs dans un ensemble noté  $D$  (pouvant présenter des contraintes),
- l'introduction d'une quantité d'intérêt, notée  $y(\mathbf{x})$ , permettant d'évaluer la pertinence d'une valeur particulière de  $\mathbf{x}$ ,
- la recherche d'une valeur de  $\mathbf{x}$  permettant de minimiser  $y(\mathbf{x})$  sur  $D$ .

Lorsque la fonction  $y$  n'est ni convexe ni explicite, mais nécessite l'évaluation d'un ou de plusieurs codes numériques coûteux, la recherche de valeurs intéressantes de  $\mathbf{x}$  nécessite l'introduction de techniques d'optimisation évoluées. Par ailleurs, la présence d'incertitudes rend cette optimisation d'autant plus difficile, que ce soit sur les entrées  $\mathbf{x}$  en raison de tolérances de fabrication par exemple, ou sur les sorties  $y(\mathbf{x})$ . La solution proposée devra alors être robuste vis-à-vis de ces incertitudes. On parle d'optimisation robuste, et le problème de minimisation porte généralement sur une quantité statistique bien choisie de  $y(\mathbf{x})$ . Ceci peut drastiquement augmenter le coût numérique de l'étude, en fonction du nombre d'appels aux codes qui sont nécessaires pour l'estimation de cette quantité.

**Descriptif de l'étude.** Trois objectifs sont poursuivis par le stage proposé. Dans un premier temps, on s'intéressera aux méthodes d'optimisation de codes déterministes coûteux. L'intérêt d'introduire des approximations de  $y(\mathbf{x})$  basées sur un faible nombre d'appels au code sera particulièrement étudié. Ensuite, le stagiaire sera amené à proposer des méthodes innovantes permettant d'intégrer au problème de minimisation la présence d'incertitudes sur les entrées. Enfin, on se concentrera sur la configuration où les incertitudes sont à la fois présentes sur les entrées et les sorties de simulation. L'efficacité des approches développées pour l'obtention de valeurs intéressantes de  $\mathbf{x}$  en des temps de calcul raisonnables 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 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.