



Département PRISME, 6 quai Watier - 78401 CHATOU CEDEX, +33 (1) 30 87 79 46

Sujet de stage de fin d'études / M2 – Année universitaire 2023/2024

### Plans d'expériences optimaux pour le chaos polynomial

Au sein d'EDF R&D, le département PRISME a pour mission de proposer des solutions innovantes pour une exploitation plus performante des différents moyens de production du groupe EDF : maîtrise des risques, amélioration de la sûreté, optimisation des performances technico-économiques, estimation de la durée de vie des matériels. Il contribue notamment au projet « VIGIE » dédié aux développements et à la diffusion de méthodes de traitement des incertitudes dans les outils de calcul scientifique, et notamment des méthodes d'estimation de probabilités de défaillances de systèmes complexes. Un des objectifs du projet VIGIE est de développer la librairie OpenTURNS <sup>[1]</sup> pour pouvoir mener ses études d'ingénierie.

Lorsque l'on souhaite propager les incertitudes au travers d'un modèle coûteux, il est parfois nécessaire d'utiliser un méta-modèle. Ce métamodèle peut alors être substitué au vrai modèle pour, par exemple, utiliser une méthode par échantillonnage avec un échantillon de grande taille. Une méthode pertinente dans ce contexte est la méthode par chaos polynomial creux qui possède d'excellentes propriétés de convergence. Une alternative est la méthode de régression par processus gaussien, ou krigeage. En complément de la prédiction du métamodèle, on peut souhaiter estimer l'erreur de prédiction ce qui peut permettre d'ajouter de nouvelles simulations si nécessaire. L'axe de travail principal consiste à exploiter les méthodes de planification d'expériences optimales dans le contexte de l'approximation d'une fonction par une méthode de moindres carrés. Ces méthodes sont habituellement utilisées dans le contexte de la régression <sup>[2]</sup> et sont fondées sur différents critères dont la D-optimalité <sup>[3]</sup>. Un second axe de travail consiste à mettre en œuvre les méthodes séquentielles proposées dans <sup>[4]</sup> sur le chaos polynomial, fondée sur le critère de D-optimalité du plan d'expériences.

Un cas d'application sera la construction de méta-modèle dans le cadre de d'étude thermo-aéroulrique de locaux industriels abritant des matériels électriques et contrôle commandes. Ces matériels sont thermo sensibles et nécessitent des conditions d'ambiance (température, hygrométrie) compatibles avec leur fonctionnement. Ils sont essentiels à la sûreté de l'installation et doivent être disponibles malgré la variabilité du fonctionnement des systèmes de ventilation assurant le conditionnement thermique des locaux. Une installation expérimentale à l'échelle 1 (Zephyr) est en cours de construction sur le site d'EDF R&D Chatou afin de valider les approches numériques mises en œuvre pour caractériser l'ambiance de ces locaux. Un plan d'expérience numérique 3D de 300 points du local témoin Zephyr a été évaluée avec Code Saturne <sup>[5]</sup> avec pour objectif l'identification de paramètres conduisant à la formation d'une stratification thermique marquée. Un sixième axe de travail consiste en la construction de méta-modèle, mettant en œuvre les axes de travail précédemment évoqués, pouvant se substituer au modèle 3D physique pour l'évaluation la stratification thermique sur la base du plan d'expérience disponible. L'évaluation de points supplémentaires pour améliorer la précision du méta-modèle est envisageable.

**LIEU DU STAGE :** EDF R&D, Département PRISME. EDF Lab Chatou, Yvelines (78) - Ile de France

**FORMATION SOUHAITEE :** Ecole d'ingénieur / Université

**SPECIALITE :** Mathématiques appliquées, statistiques

**DUREE :** 6 mois à partir de Mars 2024

**CONTACTS :** Michael Baudin ([michael.baudin@edf.fr](mailto:michael.baudin@edf.fr)), Pascal Borel [pascal.borel@edf.fr](mailto:pascal.borel@edf.fr)).

- 
1. OpenTURNS: An industrial software for uncertainty quantification in simulation. Baudin, Dutfoy, Iooss, Popelin, Ghanem et al. (eds.), Handbook of Uncertainty Quantification. Springer. 2017 [📄](#)
  2. Drosbeke, J. J., Fine, J., & Saporta, G. (Eds.). (1997). *Plans d'expériences: applications à l'entreprise*. Editions technip. [📄](#)
  3. Design and analysis of simulation experiments. Jack. P. C. Kleijnen. 2008 [📄](#)
  4. A Sequential Multi-Point Sampling Procedure For Surrogate Models. Fischer, Proppe. Uncecomp 2021. [Lien](#) [📄](#)
  5. <https://www.code-saturne.org/cms/web/> [📄](#)