

# Stage de master

Ecole Centrale Lyon / Université de Grenoble / IFPEN

## Sujet de stage

### Analyse d'incertitudes pour les modèles à entrées et sorties fonctionnelles

#### Compétences requises

Etudiant en mathématiques appliquées  
Connaissances en statistiques, probabilités  
Intérêt pour les applications réelles (domaine de l'énergie)  
Expérience en programmation (R, Matlab, Scilab)

#### Contexte

Le sujet proposé relève d'une problématique transverse commune à plusieurs applications IFPEN. Parmi elles, nous pouvons citer le post-traitement des gaz d'échappement d'un véhicule vis-à-vis des critères de pollution et la récupération de l'énergie des vagues par les systèmes houlomoteurs. Dans ces deux exemples d'application, un simulateur représentant le système piloté par des stratégies de contrôle subit des entrées aléatoires fonction du temps et prédit des sorties également fonctionnelles, dépendantes du temps. Ce simulateur est notamment utilisé pour l'optimisation de certains critères (minimiser une émission de polluants, maximiser une production d'énergie ou contraindre à rester sous un seuil par exemple).

Dans le cas du post-traitement des gaz d'échappement d'un véhicule, les entrées fonctionnelles sont des cycles de conduite (vitesse du véhicule en fonction du temps) et certains paramètres scalaires associés au contrôleur et les sorties fonctionnelles sont les émissions de polluants, fonctions du temps.

Quant au deuxième cas applicatif cité, le système houlomoteur vise à récupérer l'énergie des vagues, la sortie est alors la courbe de puissance récupérée en fonction du temps à partir des états de mer, entrées fonctionnelles aléatoires.

Dans ces deux exemples, l'analyse d'incertitudes et de robustesse de ces systèmes par rapport aux entrées incertaines s'avère une étape cruciale pour la mise au point et la validation des systèmes et des stratégies de contrôle implémentées. Une approche répandue consiste à décomposer les paramètres fonctionnels (entrées et/ou sorties) sur des bases adaptées : apprises à partir de données ou déterminées a priori. L'analyse est ensuite effectuée dans l'espace des coefficients de la décomposition.

Des résultats récents ont notamment été obtenus en analyse de sensibilité dans les thèses de [Fruth2015, Nanty2015] et pourront servir de base pour le travail du stage. Ce sujet de stage sera prolongeable par une thèse.

#### Références

- Marrel A., Iooss B., Jullien M., Laurent B. and Volkova E. (2011), « Global sensitivity analysis for models with spatially dependent outputs », *Environmetrics*, 22:383-397.
- Fruth, J. (2015), « New methods for the sensitivity analysis of black-box functions with an application to sheet metal forming », Ph.D. Thesis, Fakultät Statistik, TU Dortmund.
- Nanty, S. (2015), « Approche stochastique pour la quantification des incertitudes et l'analyse de sensibilité des codes de calcul à entrées temporelles et spatio-temporelles : application aux études de sûreté et de calcul d'impact », Ph.D. Thesis, Grenoble Alpes.

#### Encadrants

Céline Helbert et Clémentine Prieur

#### Objectifs du stage

L'objectif de cette étude est la quantification d'incertitudes sur les sorties fonctionnelles d'un système en fonction des incertitudes sur les entrées mixtes : scalaires et fonctionnelles.

1. Etude bibliographique des méthodes d'analyse de sensibilité et d'incertitudes et de leur adaptation au cas des entrées et sorties fonctionnelles d'un simulateur complexe
2. Développer/adapter les méthodes les plus prometteuses en R
3. Appliquer ces méthodes sur un cas réel simplifié

**Durée** : 4-6 mois

**Localisation**: Lyon ou Grenoble

**Période** : à partir de Mars 2016

**Rémunération** suivant barème

Adresser un CV et une lettre de motivation à [celine.helbert@ec-lyon.fr](mailto:celine.helbert@ec-lyon.fr) et [clementine.prieur@imag.fr](mailto:clementine.prieur@imag.fr)