

## PROPOSITION DE POST-DOCTORAT

Référence : **PDOC-DTIS-2018-04**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

**Domaine :** Traitement de l'Information et du Signal

**Lieu** (centre ONERA) : Palaiseau ou Toulouse envisageable selon convenance du candidat

**Département :** Département Traitement de l'Information et du Signal

**Unité :** Méthodes Multidisciplinaires et Concepts Intégrés

**Contacts :** Jérôme Morio, Sylvain Dubreuil [sylvain.dubreuil@onera.fr](mailto:sylvain.dubreuil@onera.fr)- Téléphone : 0562252364 et Loïc Brevault [loic.brevault@onera.fr](mailto:loic.brevault@onera.fr)

**Intitulé :** Conception multidisciplinaire en présence d'incertitudes en grande dimension

**Mots-clés :** propagation d'incertitudes, conception multidisciplinaire, MDO, analyse de sensibilité

**Contexte :**

La quantification d'incertitudes par approche probabiliste est aujourd'hui utilisée dans de nombreux domaines de la conception et de l'optimisation. Elle peut avoir plusieurs objectifs tels que l'évaluation de la fiabilité d'un système, l'optimisation robuste, etc. Le caractère multidisciplinaire de l'étude et de l'optimisation des systèmes complexes (aéronef, lanceurs, etc.) constitue cependant un défi pour les méthodes de propagation d'incertitude classiques. L'objectif du post doctorat est d'étudier et de proposer de nouvelles méthodologies de traitement des incertitudes dans le cas d'analyse multidisciplinaire de grande dimension (ex : couplages de champs de pression et de déplacement).

**Description du sujet :**

Deux axes clés d'étude seront investigués :

- l'analyse de sensibilité pour un système couplé permettant de classer pour un problème en grande dimension l'influence des paramètres incertains sur les performances du système multi-physique. Cette analyse permet d'identifier les méconnaissances les plus critiques qui pourraient nécessiter un raffinement et l'ajout de connaissance. Par ailleurs, elle permet de figer les dimensions peu influentes et ainsi diminuer la dimension du problème étudié. La quantification de ces influences par le calcul d'indices de sensibilité (e.g. DGSM, Sobol, Morris) sur un système couplé sera développée afin de prendre en compte les spécificités dues à la présence de couplages interdisciplinaires en grande dimension. En effet, l'analyse de sensibilité sera traitée au regard des performances globales du système couplé étant donné qu'une variable peut-être très influente sur une discipline prise isolément mais n'avoir que peu d'influence sur le système couplé (et réciproquement). Par conséquent, les méthodes développées prendront en compte cette problématique.
- l'estimation de probabilité de défaillance pour un système couplé en grande dimension. La résolution d'un problème de MDO en présence d'incertitudes requiert l'évaluation des contraintes du problème d'optimisation. Ces contraintes nécessitent l'estimation de probabilités de défaillance et ceci à chaque itération de l'optimiseur au niveau système, ce qui en fait l'étape la plus coûteuse en termes de temps de calculs. Le post doctorat visera à développer de nouvelles techniques d'estimation de probabilité de défaillance en grande dimension pour des systèmes couplés afin de lever un verrou clé à la résolution de problèmes MDAO sous incertitudes. Ainsi, les travaux récents sur les polynômes du chaos creux, les *Support Vector Machine*, ou bien sur le krigeage en grande dimension (*Kriging*)

*Partial Least Square*) semblent adaptés pour modéliser les couplages incertains entre les modèles physiques avec la présence d'un grand nombre de paramètres stochastiques. Cependant, la combinaison de ces modèles de substitution avec des techniques d'échantillonnage préférentiel (e.g. Importance sampling, Subset simulation) requiert des développements spécifiques afin de raffiner chaque modèle de substitution dans les régions de défaillance pertinentes tenant compte des couplages entre les modèles disciplinaires.

Afin de valider cette démarche, un cas test portant sur la conception multidisciplinaire d'un avion de transport sera réalisé. Ce cas test de conception en phase d'avant-projet implique de nombreux couplages entre les différentes méthodes de résolution disciplinaires (CFD pour l'aérodynamique et éléments finis pour la structure) et diverses méconnaissances sur les paramètres. Ce cas test permettra de confronter les méthodes proposées dans ce projet à celles classiquement utilisées afin d'en estimer leurs performances.

Fournitures et retombées attendues :

- Développement d'une méthodologie et de modules en python
- Validation sur un cas test avion
- Rédaction d'un article de journal

Collaborations extérieures : Possibilité de collaborer avec IRT St-Exupéry et le CERFACS

Références :

- Arnst, M., Ghanem, R., Phipps, E. and Red-Horse, J. (2014), Reduced chaos expansions with random coefficients in reduced-dimensional stochastic modeling of coupled problems. *Int. J. Numer. Meth. Engng*, 97: 352–376. doi:10.1002/nme.4595
- Balesdent, Mathieu, et al. "Advanced Space Vehicle Design Taking into Account Multidisciplinary Couplings and Mixed Epistemic/Aleatory Uncertainties." *Space Engineering*. Springer International Publishing, 2016. 1-48.
- Blatman, Géraud, and Bruno Sudret. "An adaptive algorithm to build up sparse polynomial chaos expansions for stochastic finite element analysis." *Probabilistic Engineering Mechanics* 25.2 (2010): 183-197.
- Bouhlel, Mohamed Amine, et al. "Improving kriging surrogates of high-dimensional design models by Partial Least Squares dimension reduction." *Structural and Multidisciplinary Optimization* 53.5 (2016): 935-952.
- Brevault, Loïc, et al. "Decoupled multidisciplinary design optimization formulation for interdisciplinary coupling satisfaction under uncertainty." *AIAA Journal* 54.1 (2015): 186-205.
- Dubreuil, S., et al. "Propagation of modeling uncertainty by polynomial chaos expansion in multidisciplinary analysis." *Journal of Mechanical Design* 138.11 (2016): 111411.
- Morio, Jérôme, and Mathieu Balesdent. *Estimation of Rare Event Probabilities in Complex Aerospace and Other Systems: A Practical Approach*. Woodhead Publishing, 2015.

**Durée : 12 mois**

**Salaire net : environ 25 k€ annuel**

## PROFIL DU CANDIDAT

**Formation : Doctorat**

**Compétences souhaitées :**

- mathématiques appliquées
- connaissances en aéronautique souhaitables
- Capacité de publication attestée.