



**HAL**  
open science

# Méthodes spectrales stochastiques et réduction de modèle pour la propagation d'incertitudes paramétriques dans les modèles physiques

Anthony Nouy

► **To cite this version:**

Anthony Nouy. Méthodes spectrales stochastiques et réduction de modèle pour la propagation d'incertitudes paramétriques dans les modèles physiques. Journées MAS et Journée en l'honneur de Jacques Neveu, Aug 2010, Talence, France. inria-00510243

**HAL Id: inria-00510243**

**<https://inria.hal.science/inria-00510243>**

Submitted on 17 Aug 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Session : Propagation d'incertitudes

## **Méthodes spectrales stochastiques et réduction de modèle pour la propagation d'incertitudes paramétriques dans les modèles physiques**

par **A. Nouy**

La quantification des incertitudes apparaît comme une voie essentielle pour l'amélioration de la prédictibilité des modèles physiques. On rappellera ici les bases d'une famille de méthodes, appelées méthodes spectrales stochastiques, qui fournissent une démarche générale pour la simulation numérique d'une grande classe de modèles régis par des équations aux dérivées partielles stochastiques. Ces méthodes reposent sur une représentation fonctionnelle des incertitudes et permettent d'obtenir la réponse du modèle sous la forme d'une fonction explicite de variables aléatoires de base. Après l'introduction d'une base d'approximation adaptée au type de fonction à représenter, différentes définitions de l'approximation peuvent être adoptées (projections, collocation,...). Ces méthodes fournissent une représentation précise de la solution et permettent d'opérer de nombreuses analyses a posteriori : caractérisation probabiliste d'une quantité d'intérêt, estimation de la probabilité d'un événement, analyse de sensibilité par rapport aux paramètres de base, mais aussi analyse inverse, optimisation paramétrique... Cependant, ces méthodes spectrales souffrent de la malédiction de la dimensionnalité, associée à l'augmentation dramatique de la dimension des espaces d'approximation avec le nombre de paramètres aléatoires (ou dimension stochastique). On exposera alors une famille de méthodes alternatives, récemment baptisées Proper Generalized Decompositions, qui tentent de pallier les limitations des approches spectrales classiques. Ces méthodes reposent sur la construction a priori d'une représentation séparée de la solution d'un problème formulé sur un espace produit tensoriel. Elles peuvent s'interpréter comme une généralisation des décompositions de Karhunen-Loève, conduisant à la construction automatique d'une base réduite de fonctions qui est optimale pour la représentation de la solution. Des résultats de convergence et des algorithmes de construction des représentations séparées sont disponibles pour une large classe de problèmes variationnels. Dans le contexte des problèmes stochastiques, on utilise tout d'abord ces méthodes pour la séparation des variables déterministes et des variables aléatoires. Elles permettent ainsi la construction a priori d'une représentation (quasi)optimale de la solution aléatoire sous la forme d'une série de produits de fonctions déterministes et de fonctions stochastiques. Cette séparation déterministe/stochastique ne répond cependant pas à la malédiction de la dimensionnalité. Afin de vaincre cette malédiction,

Session : Propagation d'incertitudes

Journées MAS 2010, Bordeaux

on introduit alors une représentation en variables séparées des fonctions stochastiques, les variables séparées étant ici les différents paramètres aléatoires du modèle. Pour de nombreux modèles, la stratégie proposée permet ainsi de construire une solution approchée vivant dans des espaces d'approximation de très grande taille ( $10^{50}$ ,  $10^{100}$ ), cette solution étant inaccessible par des approches traditionnelles.

*Adresse :*

A. NOUY

Ecole Centrale de Nantes, Université de Nantes, UMR CNRS 6183

??

E-mail : `anthony.nouy@ec-nantes.fr`

Session : Propagation d'incertitudes