

Uncertainty propagation and sensitivity analysis in mechanical models – Contributions to structural reliability and stochastic spectral methods

Dr. Bruno Sudret

EDF R&D, Département Matériaux et Mécanique des Composants

La mécanique probabiliste, à l'interface entre la modélisation des structures, la statistique et les probabilités, permet de prendre en compte les incertitudes des paramètres des modèles mécaniques et d'étudier leur impact sur les prédictions. Au sens large, elle regroupe des aspects aussi variés que la fiabilité des structures, les éléments finis stochastiques, l'analyse de sensibilité, etc. Le travail présenté propose différentes contributions à ces domaines.

On abordera en premier lieu les développements récents des méthodes aux éléments finis stochastiques spectraux (EFS) et plus généralement des surfaces de réponse stochastiques, qui permettent de représenter de façon intrinsèque la réponse aléatoire d'un modèle par un développement sur une base de type *chaos polynomial*. On insistera sur les méthodes de calcul *non intrusives*, grâce auxquelles on peut accéder aux coefficients du développement à partir d'une série d'évaluations du modèle déterministe sous-jacent. On illustrera le propos par l'application des EFS à la fiabilité des structures et à l'analyse de sensibilité.

La fiabilité des structures, qui s'intéresse au calcul des probabilités de défaillance de composants ou systèmes mécaniques, dispose d'outils bien établis tels que les méthodes de simulation (Monte Carlo, tirages d'importance) ou les méthodes d'approximation FORM/SORM. Les problèmes pour lesquels le critère de défaillance dépend du temps ou de l'espace font par contre l'objet de recherches très actuelles, dont on montrera les développements récents (méthode $\sqrt{2}$) et les applications à la prédiction de la dégradation des structures dans le temps.

La construction du modèle probabiliste des paramètres d'entrée, préalable à la propagation d'incertitudes proprement dite, nécessite la collecte et le traitement de données d'observation. Lorsque les quantités mesurables ne sont pas les paramètres d'entrée du modèle, mais plutôt des quantités prédites, il est nécessaire d'avoir recours à des méthodes d'identification (ou *méthodes inverses probabilistes*) pour inférer le modèle probabiliste des paramètres d'entrée. On montrera une formulation originale de ces problèmes et différents algorithmes de résolution basés sur le principe de maximum de vraisemblance et l'actualisation bayésienne.

Les méthodes abordées seront illustrées tout au long de l'exposé par des applications industrielles tirées de l'expérience de l'auteur à EDF R&D.

Soutenance en anglais