

Méthodes Stochastiques pour l'Analyse de Sensibilité

Title: Stochastic methods for Sensitivity Analysis

Clémentine PRIEUR¹, Alberto PASANISI² et François WAHL³

Le Groupement de Recherche CNRS Méthodes d'Analyse Stochastique pour les COdes et Traitements NUMériques (MASCOT NUM) fédère une large communauté de chercheurs aussi bien des milieux industriels qu'universitaires autour de l'analyse stochastique de codes numériques. La connaissance globale du comportement d'un code en fonction de la variabilité de ses entrées nécessite entre autres le développement et la mise en œuvre de techniques de propagation d'incertitude et d'analyse de sensibilité. Une analyse de sensibilité globale consiste à identifier les variables d'entrée qui apportent la plus grande contribution à la variabilité de la réponse du modèle. L'augmentation des moyens de calcul et de stockage a une forte influence sur les perspectives de développement de l'analyse de sensibilité, et plus généralement de la quantification des incertitudes. D'un côté, elle permet d'envisager la mise en œuvre de méthodes considérées jusque récemment comme trop coûteuses, d'un autre elle induit un accroissement de la complexité des modèles et des codes de calcul. Devant la disparité et la complexité des modèles apparaît alors la nécessité non seulement d'adapter les méthodologies existantes, mais aussi d'en développer de nouvelles, sans oublier de mettre au point des algorithmes répondant à des critères d'efficacité en terme de ressources, temps et espace mémoire, mobilisés.

Dans ce contexte, il nous a semblé plus qu'opportun, en concertation avec le comité éditorial du journal de la Société Française de Statistique, de proposer un numéro spécial sur le thème des *Méthodes Stochastiques pour l'Analyse de Sensibilité*. Ce numéro spécial ne prétend pas à l'exhaustivité. Cependant, il a le mérite de présenter un aperçu de la variété des applications.

L'article de Bertrand Iooss, placé en tête de ce numéro spécial, constitue une revue des principales méthodes à disposition pour la mise en œuvre d'une analyse de sensibilité globale de modèles numériques. Cet article a été rédigé dans un style volontairement pédagogique, avec à la clé une synthèse formulée en termes de coût (en nombre d'évaluations du modèle), de complexité du modèle et de type d'information apportée.

L'article de Matieyendou Lamboni *et al.* porte sur les qualités prédictives de l'analyse de sensibilité en tant que moyen de sélectionner les paramètres d'un modèle. Les capacités prédictives

¹ Université Joseph Fourier, Laboratoire Jean Kunzmann, Equipe/Projet INRIA MOISE.

E-mail : clementine.prieur@imag.fr

² EDF R&D, Dépt. Management des Risques Industriels.

E-mail : alberto.pasanisi@edf.fr

³ IFP Energies nouvelles, Etablissement de Lyon.

E-mail : Francois.wahl@ifpenergiesnouvelles.fr

sont comparées à celles du LASSO, qui sert souvent de référence pour sélectionner des modèles creux.

Les cinq autres papiers présentés dans ce numéro spécial, tous construits autour d'une application, nous donnent un bref aperçu de la variété des domaines applicatifs pour l'analyse de sensibilité. La lecture de ces articles illustre bien le fait que, malgré un certain degré de généralité des différentes méthodologies développées dans la littérature, les spécificités propres à chaque domaine favorisent plus ou moins leur mise en œuvre.

Le papier présenté par Nathalie Saint-Geours *et al.* est une extension de l'analyse de Sobol à l'étude de modèles spatialisés, fréquents en modélisation environnementale. La méthodologie est développée dans cette étude pour l'évaluation économique du risque d'inondation.

Simona Dobre *et al.* définissent des indices de sensibilité qui dépendent du temps, pour tenir compte de la dynamique du système étudié. L'application qui motive ce travail est un modèle dynamique de la thérapie photodynamique qui est une thérapie pour les tissus dysplastiques tels que les cancers.

Le modèle présenté par Yves Auffray *et al.* décrit le comportement d'un moteur d'avion. Dans cette étude, une difficulté supplémentaire réside dans le fait que le domaine de définition de la fonction reliant la sortie aux entrées (ici l'ensemble des conditions de vol admissibles) est inconnu.

L'article d'Adrian Azarian *et al.* présente une application en optique, avec l'étude comparative de différents plans d'expériences pour identifier les variables les plus influentes dans le fonctionnement d'un système "interférentiel" (basé sur l'interaction de plusieurs ondes lumineuses).

Enfin, le travail d'Alexandre Allard *et al.* présente une application en métrologie. Les auteurs s'intéressent ici à un modèle de simulation d'incendie, dont les sorties permettent d'évaluer la sécurité des occupants d'un bâtiment, lors de son évacuation.

Pour conclure cet éditorial, nous aimerions souligner que malgré les récents développements dans le domaine de l'analyse de sensibilité, plusieurs problèmes restent encore ouverts, notamment pour la prise en compte des entrées corrélées, pour l'étude de modèles spatio-temporels, ou même pour l'estimation à moindre coût des indices de Sobol totaux.

Pour conclure, nous tenons à remercier Philippe Besse qui a accepté de consacrer un numéro spécial sur l'analyse stochastique de sensibilité dans le journal de la SFdS dont il est le rédacteur en chef, les différents membres du GdR MASCOT NUM qui ont proposé et porté cette initiative, ainsi que les auteurs pour leur contribution scientifique. Enfin, un grand merci aux relecteurs "anonymes" des articles pour leur travail précieux qui a contribué à améliorer la qualité de ce numéro spécial, dans son contenu et sa forme.