

Mécanique partielle des matériaux pour les structures
D. Ryckelynck,
Mines ParisTech

La mécanique non linéaire des matériaux intervient lors de la prévision de durée de vie de structures en condition sévère d'utilisation du type, fortes contraintes mécaniques, grandes déformations, hautes températures, transformations microstructurales... Les modèles développés et leur version réduite ont un fort contenu physique ainsi qu'un grand nombre de paramètres physiques que l'on souhaite conserver pour la compréhension des phénomènes physiques mis en jeu.

Les résultats récents montrent qu'une réduction des inconnues d'un problème, c'est-à-dire l'ordre du modèle, ne suffit pas à réduire la complexité numérique des simulations fortement non linéaires. Or, en introduisant un domaine réduit d'intégration, ou une méthode de sélection des équations à résoudre autrement que par une projection de type Galerkin, il est possible d'améliorer de façon très significative (d'un facteur 3 à 100) la complexité numérique du modèle d'ordre réduit. Plusieurs méthodes proposées dans la littérature peuvent être regroupées sous le concept de mécanique partielle, où l'on réduit à la fois le nombre d'inconnues et l'étendu du domaine physique isolé. Le domaine physique et les variables qui lui sont rattachées ne sont considérés que partiellement lors des prévisions numériques. Au cours de l'exposé, nous montrerons en particulier des résultats numériques exploitant la méthode d'Hyper-réduction de modèle.

Nous pensons que les avancées récentes en réduction de modèles et en décomposition de tenseurs peuvent :

- changer la façon de conduire des calculs intensifs, en les factorisant à l'aide de bases réduites et de méthodes de mécanique partielle,
- permettre d'introduire de nouvelles méthodes de surface de réponse en construisant des représentations tensorielles approchées de plans factoriels complets,
- révolutionner les méthodes d'optimisation, en exploitant en temps réel des surfaces de réponse en grande dimension (de l'ordre de 20), issues d'une phase préliminaire de calculs intensifs en base réduite.

Nous proposons de discuter de la pertinence de ces méthodes pour des applications à l'aéronautique, en mécanique des matériaux mais aussi dans une moindre mesure en mécanique des fluides.