

Adaptation de bases POD et Hyper Réduction pour le calcul de structures non-linéaires

David RYCKELYNCK
Maître de Recherche, HDR
Ecole des Mines de Paris

Une méthode originale de réduction de modèles non linéaires, la méthode APHR, est développée au Centre des Matériaux. C'est une méthode adaptative de réduction de modèles avec construction automatique d'un domaine d'intégration réduite (Hyper réduction). L'adaptation du modèle d'ordre réduit permet de commencer une étude en base réduite sans avoir fait au préalable de simulation numérique sur un problème similaire au problème à traiter. C'est une approche a priori qui se distingue des autres méthodes de réduction de modèles pour lesquelles des calculs sur modèles complets sont nécessaires afin de construire un modèle d'ordre réduit. Le sigle APHR signifie A Priori Hyper Reduction.

Les travaux en cours ont pour but de quantifier l'efficacité de la méthode APHR dans le cadre de problèmes inverses et d'études de sensibilité numériques. L'architecture du code ZéBuLoN a permis la programmation d'un algorithme APHR avec communication de résultats en moins de 5 mois.

Les premiers résultats obtenus pour des problèmes élastoplastiques sont très prometteurs. La difficulté scientifique majeure pour ce type de problème concerne l'efficacité de l'hyper réduction. Lorsqu'un modèle d'ordre réduit est constitué de m fonctions de forme pour représenter les déplacements en tout point du système isolé, seules m équations d'évolution sont nécessaires pour déterminer les variables d'état réduites. Ces équations sont obtenues par la projection des résidus des équations du modèle complet dans le sous espace engendré par les fonctions de forme du problème d'ordre réduit. L'hyper réduction consiste à effectuer une sélection des résidus relatifs au modèle complet avant d'effectuer la projection définissant les équations d'évolution du modèle d'ordre réduit. La méthode de sélection proposée conduit à un schéma d'intégration réduite construit sur une sélection d'éléments du maillage. Un traitement spécifique des variables internes est alors nécessaire pour extrapoler à l'ensemble du système isolé les prévisions obtenues sur le domaine d'intégration réduite. Pour les premiers exemples de problèmes élastoplastiques traités l'hyper réduction a fourni une réduction du temps de calcul d'un facteur 10.