

Application d'une méthode des bases réduites non intrusive à un problème de géotechnique

Janelle Katharine HAMMOND, IFSTTAR

Rachida CHAKIR, IFSTTAR

Emmanuel BOURGEOIS, IFSTTAR

Mots-clés : Méthodes des bases réduites, réduction de modèle, élasto-plasticité, tunnel.

Dans ce travail, nous nous intéressons à l'utilisation de méthodes des bases réduites [?] pour diminuer les temps et coûts de calculs de modèles en géotechnique. L'application envisagée est l'estimation a priori des tassements induits en surface par le creusement d'un tunnel peu profond en fonction d'un jeu de paramètres ξ . Malgré des moyens de calculs toujours plus performants, l'étude paramétrique de modèles géotechniques est pénalisée par la quantité de mémoire nécessaire et par des temps de calcul trop longs. En effet, la modélisation du comportement élasto-plastique des sols par des méthodes de type éléments finis reste très coûteuse.

Les méthodes des bases réduites consistent à approcher la solution d'équations aux dérivées partielles dépendant de paramètres. Elles reposent sur le fait que lorsque les paramètres varient, l'ensemble des solutions $\mathcal{M}(\xi)$ est souvent de dimension de Kolmogorov petite. Quand c'est le cas, il existe un ensemble de solutions particulières, appelées bases réduites, à partir desquelles on peut approcher n'importe quelle solution de l'espace $\mathcal{M}(\xi)$.

La mise en oeuvre des méthodes des bases réduites se fait en deux étapes: une phase *hors ligne* et une phase *en ligne*. La construction de la base réduite et le calcul des parties indépendantes des paramètres sont effectués pendant l'étape hors ligne. C'est l'étape la plus coûteuse, mais elle est faite une fois pour toutes. Durant l'étape en ligne, on calcule en temps réel la solution approchée pour une valeur quelconque du jeu de paramètres.

Dans l'étape hors ligne, les matrices sont assemblées, nécessitant l'accès au code de simulation, rendant cette méthode très intrusive. Afin de décrire au mieux le comportement des sols, les modèles sont souvent complexes et fortement non linéaires. Par ailleurs, des termes non linéaires et dépendants de paramètres doivent être évalués à chaque point d'intégration du maillage durant la phase *en ligne* rendant impossible une mise en oeuvre performante de la méthode. Nous proposons donc d'utiliser une méthode des bases réduites alternative non intrusive, introduite dans [?, ?], qui permet à l'aide d'un post-traitement \mathcal{R} , d'accélérer la convergence d'un calcul élément fini peu coûteux.

Références

- [1] R Chakir and Y Maday, *Une méthode combinée d'éléments finis à deux grilles/bases réduites pour l'approximation des solutions d'une EDP paramétrique*, C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. I Vol 347, p435-440, 2009.
- [2] R Chakir and Y Maday, *A two-grid finite element/reduced basis scheme for the approximation of the solution of parameter dependent PDE*, Actes de congrès du 9ème colloque national en calcul des structures, Giens 2009.
- [3] C Prud'homme, DV Rovas, K Veroy, L Machiels, Y Maday, AT Patera, and G Turinici, *Reliable real-time solution of parametrized partial differential equations: Reduced-basis output bound methods*, J Fluids Engineering, 124:70-80, 2002.

Janelle Katharine HAMMOND, Université Paris Est, COSYS-LISIS, IFSTTAR, 14-20 Boulevard Newton, F-77447 Marne La Vallée, France

`janelle.hammond@ifsttar.fr`

Rachida CHAKIR, Université Paris Est, COSYS-LISIS, IFSTTAR, 14-20 Boulevard Newton, F-77447 Marne La Vallée, France

`rachida.chakir@ifsttar.fr`

Emmanuel BOURGEOIS, Université Paris Est, COSYS-LISIS, IFSTTAR, 14-20 Boulevard Newton, F-77447 Marne La Vallée, France

`emmanuel.bourgeois@ifsttar.fr`