

Méthodes éléments finis mixtes robustes pour gérer l'incompressibilité en grandes déformations dans un cadre industriel

Dina Al-Akhrass

Résumé :

Les simulations en mécanique du solide présentent de nombreuses difficultés comme le traitement de l'incompressibilité ou encore les non-linéarités dues aux grandes déformations, aux lois de comportement, et aux lois de contact. Le principal objectif de notre travail est de proposer des méthodes éléments finis capables de gérer l'incompressibilité dans le cadre des grandes déformations en utilisant des éléments de faible ordre. Au cours des trois dernières décennies, de nombreuses approches ont été proposées dans la littérature pour gérer le problème d'incompressibilité. Parmi elles, les formulations mixtes offrent un cadre théorique intéressant. Dans ce travail, une formulation mixte à trois champs (déplacements, pression, gonflement) est introduite. Dans certains cas, cette formulation peut être condensée en formulation mixte à deux champs. Cependant, il est connu que le problème discret obtenu par une approche éléments finis de type Galerkin n'hérite pas automatiquement de la condition de stabilité "inf-sup" de problème continu. Les ordres d'interpolation des inconnues doivent donc être choisis de sorte à vérifier cette condition. Deux possibilités sont considérées : utiliser des éléments finis stables satisfaisant cette condition, ou bien utiliser des éléments finis ne satisfaisant pas cette condition, et ajouter des termes de stabilisation à la formulation EF Galerkin. Cette dernière approche permet entre autres des ordres d'interpolation égaux. Dans ce travail, des éléments finis stables de type P2/P1 et P2/P1/P1 sont utilisés comme référence, et comparés à des formulations P1/P1 et P1/P1/P1, stabilisées soit avec une fonction bulle, soit avec une méthode VMS (Variationnal Multi-Scale) basée sur un espace sous-grille orthogonal à l'espace EF. Un modèle grandes déformations basé sur des déformations logarithmiques est choisi. Cette approche est étendue aux formulations mixtes à trois et deux champs avec des éléments stables ou stabilisés. Ces approches sont validées sur des cas académiques et utilisées pour mener des études sur des cas industriels.