

Application d'une méthode de Newton-Krylov en mécanique des solides

NICOLAS TARDIEU, ETIENNE CHEIGNON

EDF-R&D, 1 av du Gal de Gaulle, 91128 Clamart Cedex, FRANCE

Courriels : nicolas.tardieu@edf.fr, etienne.cheignon@edf.fr

Résumé

Les grands codes de simulation numérique ont pour principaux objectifs d'être les plus fiables et les plus efficaces possible. Ces deux objectifs peuvent être atteints par une constante amélioration des modélisations et des méthodes numériques qu'ils utilisent. C'est dans ce contexte d'optimisation des méthodes numériques que se situe ce travail. Pour ce faire, nous proposons d'étudier une méthode de Newton-Krylov en mécanique des solides non-linéaire [2].

Les méthodes de Newton-Krylov font partie des méthodes de Newton dites inexactes [3, 4]. Elles associent des méthodes itératives de résolution de systèmes linéaires [1, 5], que sont les méthodes de Krylov, à la méthode de Newton, là où de manière classique en mécanique des solides, on utilise des méthodes directes.

On s'intéressera dans un premier temps aux méthodes itératives de résolutions de systèmes linéaires, en insistant sur le besoin de préconditionneurs à la fois rapides et robustes. Nous présenterons un préconditionneur parallèle original basé sur une factorisation approximative en réels simple précision, dont la robustesse est évaluée sur des problèmes de nature très diverses (thermique, mécanique, thermo-hydro-mécanique couplée). On s'intéressera dans un second temps à la méthode de Newton. On rappellera la théorie avant de présenter les méthodes inexactes et en particulier les méthodes de Newton-Krylov. Enfin, on présentera les étapes de l'implémentation des méthodes de Newton-Krylov dans *Code_Aster* [6] avec une attention particulière sur le problème des conditions aux limites. Enfin, les résultats obtenus sur des problèmes industriels de natures diverses seront détaillés avec des gains de performance importants pouvant atteindre 50% en temps CPU sur un calcul d'un million de degrés de liberté en grandes déformations élasto-plastiques.

References

- [1] YOUSEF SAAD - *Iterative Methods for Sparse Linear Systems*, Second Edition 2000.
- [2] C.T. KELLEY - *Solving Nonlinear Equations with Newton's Method*, Siam, 2003.
- [3] R. S. DEMBO, S. C. EISENSTAT AND T. STEIHAUG - *Inexact Newton methods*, SIAM J. Numer. Anal. 19 (1982), p.400-408

- [4] STANLEY C. EISENSTAT AND HOMER F. WALKER - *Choosing the Forcing Terms in an Inexact Newton Method*, Siam J. Sci. Comput., 17 (1996).
- [5] C.T. KELLEY - *Iterative Methods for Solving Linear and Nonlinear Equations*, Vol. 16 in Frontiers in Applied Mathematics, Siam, Philadelphia, 1995.
- [6] SITE WEB DE CODE_ASTER - <http://www.code-aster.org>