

Comparaison de codes externes de couplage basés sur quatre méthodes de décomposition de sous domaines

A. Batti¹, M. Brun², A. Combescure¹,
A. Gravouil¹

¹LaMCoS, INSA Lyon, France, Anis.Batti@insa-lyon.fr

²LGCIÉ, INSA Lyon, France, Michael.Brun@insa-lyon.fr

Résumé — Nous proposons une comparaison de codes externes de couplage de plusieurs codes Eléments Finis Explicites et Implicites basés sur des méthodes monolithiques de décomposition de sous domaines. Dans la littérature, ces méthodes sont nommées GC, PH, MGC et GC+. Ces méthodes de décomposition de sous domaines puis les quatre coupleurs externes associés sont présentés dans le cas multi échelle en temps. Les avantages et inconvénients de ces méthodes utilisées dans le cadre du couplage externe de codes sont discutés. Finalement, des exemples numériques sont présentés.

Mots clefs — Décomposition de sous domaines, Codes externes de couplage, Eléments Finis.

1 Quatre méthodes de décomposition de sous domaines (GC, PH, MGC et GC+)

Tout d'abord, les équations principales d'une méthode de décomposition de sous domaines sont présentées dans le cas mono échelle en temps. Ensuite, une brève description des quatre méthodes GC, PH, MGC et GC+ est donnée dans le cas de deux sous domaines avec des échelles temporelles différentes.

1.1 Principe général d'une méthode de décomposition de sous domaines

Le problème complet en dynamique transitoire est le problème suivant :

$$Ma = F_{ext} - F_{int} \quad (1)$$

Le principe de base d'une méthode de décomposition de sous domaines est de diviser la solution en deux parties: la solution *free* et la solution *link*. La solution *free* correspond au comportement d'un sous domaine seul sans considérer ses liaisons avec les autres sous domaines. La solution *link* correspond au comportement d'un sous domaine lié aux autres. L'équation d'équilibre en dynamique de chaque sous domaine k s'écrit:

$$M_k a^k = F_{ext}^k - F_{int}^k + F_{link}^k \quad \forall k \in \{1, s\} \quad (2)$$

Le problème initial peut être décomposé en deux parties avec un terme *free* et un terme *link* et peut ainsi être réécrit sous la forme d'un système découplé :

$$\begin{aligned} M_k a_{free}^k &= F_{ext}^k - F_{int}^k \\ M_k a_{link}^k &= F_{link}^k \quad \forall k \in \{1, s\} \\ a_{complete}^k &= a_{link}^k + a_{free}^k \end{aligned} \quad (3)$$

1.2 Très brève description des méthodes GC, PH, MGC et GC+

La méthode GC est la méthode de décomposition de sous domaines historique. La méthode PH est une méthode GC modifiée pour résoudre le problème de condensation à l'interface seulement une fois durant un macro pas de temps. La méthode MGC est une méthode générale qui résout l'équation d'équilibre au temps $t_{n+\gamma}$ et non pas au temps t_{n+1} comme les trois autres méthodes. La méthode GC+ est une méthode PH modifiée pour résoudre les problèmes *free* et *link* des codes couplés en parallèle.

2 Schémas des communications entre le coupleur externe et les codes couplés pour les 4 méthodes GC, PH, MGC et GC+

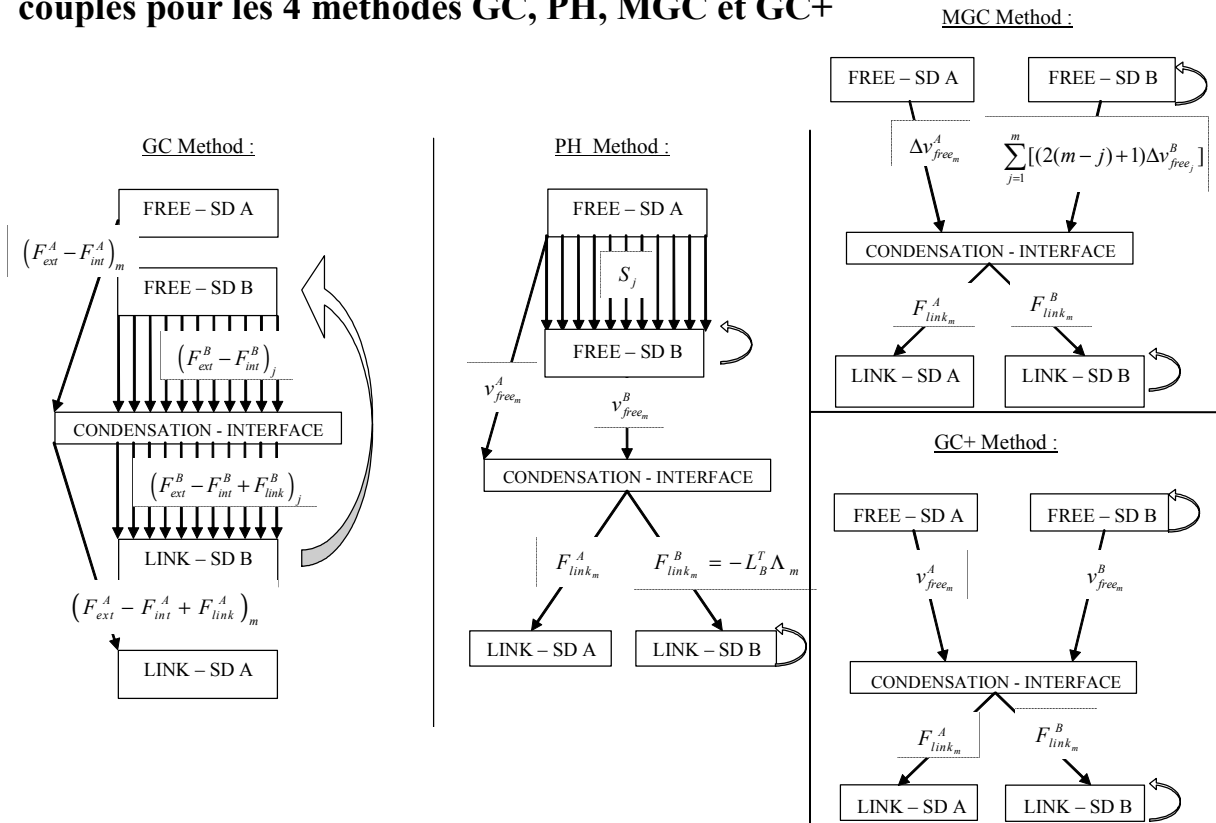


FIG. 1 – Schémas des communications entre le coupleur et les codes pour les 4 méthodes

3 Avantages et inconvénients des 4 méthodes pour le couplage externe

On étudie l'intérêt de chaque méthode pour la création d'un code de couplage externe et les différents critères pris en compte sont :

- Utilisation de communications entre le coupleur externe et les codes couplés
- Energie de dissipation à l'interface entre les sous domaines de la structure
- Dépendance des résolutions des problèmes *free* et *link* des codes *A* et *B*
- Méthode ne fonctionnant qu'avec un schéma de Newmark ou méthode générale
- Nombre de résolutions du problème de condensation lors d'un macro pas de temps
- Facilité et rapidité des calculs de l'opérateur condensé $[H]$ et du vecteur $\{B\}$

Ce travail est financé par le projet européen MAAXIMUS.

Références

- [1] S. Piperno, C.Farhat, *Partitioned procedures for the transient solution of coupled aeroelastic problems - Part II: Energy transfer analysis and three-dimensional applications*, Computer methods in applied mechanics and Engineering, 190(24-25), 3147-3170, 2001.
- [2] A. Gravouil, A. Combescure, *A multi-time-step explicit-implicit method for non-linear structural dynamics*, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 50, 199-225, 2001.