

Titre : Méthodes de calcul haute performance à deux niveaux pour la résolution de problèmes mécaniques à fortes hétérogénéités

Mots clés : décomposition de domaine, sous-structuration à deux niveaux, impédance d'interface à deux niveaux, structures hétérogènes

Résumé : La simulation numérique représente encore un aspect minoritaire de la certification de pièces critiques dans l'industrie. Pourtant, elle permettrait de réaliser de fortes économies lors de la conception, en évitant de réaliser des essais onéreux sur des pièces réelles.

En effet, lorsque le matériau est architecturé il existe des structures internes ayant un comportement mécanique radicalement différent en des zones distinctes de la structure, il devient difficile, voire impossible, de réaliser ces simulations en des temps raisonnables du fait du nombre important d'inconnues nécessaires à l'obtention d'une réponse fiable de la structure.

Pour obtenir cette réponse, l'utilisation de méthodes de résolution parallèle de problèmes de grande taille est nécessaire. Les méthodes de décomposition de domaine, qui font partie de cette catégorie,

sont les méthodes qui sont explorées durant cette thèse. L'objectif est donc de rendre possible ces simulations à l'aide de ces méthodes. Pour cela, une méthode de sous-structuration à deux niveaux, visant à produire des sous-domaines réguliers et homogènes en phase de préparation des données permet de réduire fortement le conditionnement de problèmes à fortes hétérogénéités résolus par un solveur FETI. Une méthode de décomposition de domaine mixte avec impédance d'interface à deux niveaux adaptée à cette sous-structuration a ensuite pu être développée.

L'objectif à long terme est, ici, de traiter des problèmes de complexité quasi-industrielle tels que des calculs à l'échelle de la structure complète sur des matériaux multi-échelles comme les composites tissés tridimensionnels utilisés de plus en plus intensivement dans l'industrie aéronautique par exemple.

Title: Two-level HPC methods for the resolution of strongly heterogeneous problems

Keywords: Domain Decomposition Methods, two-level substructuring, two-level Robin conditions, heterogeneous structures

Abstract: Numerical simulations represent a minor part of the certification process for critical parts in the industry. However, it would result in significant cost savings during conception phases, avoiding expensive real tests.

Indeed, in cases of localized strong heterogeneities across all the structure, it becomes hard, if not impossible, to run successfully these simulations in reasonable times because of a too large number of unknowns needed for a reliable answer of the structure.

To obtain this answer, large scale parallel solving methods are necessary. Domain decomposition methods, which are part of it, are the ones investigated during this thesis.

The goal is to make these simulations possible

thanks to domain decomposition methods. For this purpose, a two-level substructuring method, which aims at producing regular-shaped and homogeneous subdomains during the pre-processing step, allows to significantly reduce the condition number of strongly heterogeneous problems solved by a FETI solver. A mixed domain decomposition method with a two-level Robin condition which is adapted to this decomposition could then be developed.

The long term objective is to deal with problems with a quasi-industrial complexity like computations at the global structural scale with multi-scale materials such as tridimensional woven composites which are used increasingly intensively in the aeronautical industry for instance.

