



**Laboratoire de Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes
MICS**

Présente

L'AVIS DE SOUTENANCE

De Monsieur Ahmed El Kerim

Laboratoire MICS, CentraleSupélec, Université Paris Saclay, soutiendra publiquement
ses travaux de thèse de doctorat intitulés :

**“Asynchronous domain decomposition method in structural mechanics – case of
global local coupling”**

Le 12 mai 2023 à 14h00

À l'ENS Paris Saclay 4 avenue des sciences 91190 Gif-sur-yvette, dans **l'amphithéâtre
Dorothy Hopkins** - Bâtiment Ouest, Rez-de-Chaussée - en présentiel.

Membres du jury :

Pierre SPITERI Rapporteur & Examineur Professeur émérite, Institut National Polytechnique de
Toulouse

Daniel SZYLD Rapporteur & Examineur Full professor, Temple University of Philadelphia

Pierre-Alain BOUCARD Examineur Professeur des Universités, École normale supérieure Paris-Saclay
- Université Paris-Saclay

Nicole SPILLANE Examinatrice Chargée de recherche CNRS - Centre de Mathématiques Appliquées de
l'École polytechnique

Robin BOUCLIER Examineur Maître de conférences HDR, l'Institut National des Sciences Appliquées
de Toulouse

Julien YVONNET Examineur Professeur des universités, Université Gustave Eiffel ()

Augustin PARRET-FREAU, Docteur-Ingénieur - Safran Tech (Invité)

Pierre GOSSELET, Directeur de recherche CNRS - Université de Lille (Directeur de Thèse)

Frédéric MAGOULES, Professeur des universités - CentraleSupélec - Université Paris-Saclay (Directeur
de thèse)

Résumé :

L'analyse et la conception de structures complexes peuvent être chronophages et nécessiter des calculs intensifs, notamment pour les problèmes à grande échelle. Les méthodes de décomposition de domaine sont devenues un outil puissant en mécanique des structures pour relever ces défis. Elles consistent à diviser une tâche de calcul plus petites et indépendantes tâches qui peuvent être exécutées en parallèle. Des travaux récents montrent de nombreux avantages lors du couplage du calcul parallèle asynchrone avec ces méthodes, permettant de surmonter les limites des méthodes synchrones classiques et une utilisation plus efficace des ressources de calcul et un meilleur parallélisme, résultant en des temps de solution plus rapides.

Dans ce travail de recherche, nous présentons la première version asynchrone du couplage global/local non intrusif, capable de traiter efficacement plusieurs patches éventuellement adjacents. Nous proposons une nouvelle interprétation du couplage comme une méthode de décomposition de domaine primale préconditionnée à droite. Nous démontrons également la convergence de l'itération asynchrone relaxée dans les cas linéaires et non-linéaires monotones en utilisant les techniques de paracontraction. Par la suite, nous proposons une mise en œuvre basée sur les techniques MPI-RDMA. Cette implémentation est comparée avec une méthode synchrone accélérée, nous l'illustrons sur plusieurs problèmes elliptiques linéaires, tels que ceux rencontrés dans les études thermiques et d'élasticité et sur des problèmes non-linéaires, notamment d'élastoplasticité. Nous observons que le paradigme asynchrone élimine de nombreux problèmes de performance du couplage global/local.

Abstract :

The analysis and design of complex structures can be time-consuming and computationally intensive, especially for large-scale problems. Domain decomposition methods have become a powerful tool in structural mechanics to address these challenges. They divide a computational task into smaller and independent tasks that can be executed in parallel. Recent work shows many advantages when coupling asynchronous parallel computation with these methods, overcoming the limitations of classical synchronous methods and resulting in more efficient use of computational resources and better parallelism, resulting in faster solution times.

This research work presents the first asynchronous version of non-intrusive global/local coupling, capable of efficiently processing multiple possibly adjacent patches. A new interpretation of the coupling by a primal domain decomposition method is proposed. The convergence of relaxed asynchronous iteration in the linear and nonlinear cases using paracontractions techniques is also demonstrated. Subsequently, an implementation based on MPI-RDMA techniques is proposed. This implementation is then confronted with an accelerated synchronous method. The implementation is illustrated on several linear elliptic problems, such as those encountered in thermal and elasticity

studies, and on nonlinear problems, such as nonlinear elliptic and plasticity problems. The asynchronous paradigm eliminates many global/local coupling performance problems.