

Invitation à la soutenance de thèse

OPTIMISATION DU COUPLAGE DE CODES DANS UN ENVIRONNEMENT MASSIVEMENT PARALLELE HYBRIDE CPU-GPU

Robin CAZALBOU

15 décembre 2025, 14h

CERFACS

42 Avenue Gaspard Coriolis à Toulouse
Salle JCA

Devant le jury composé de :

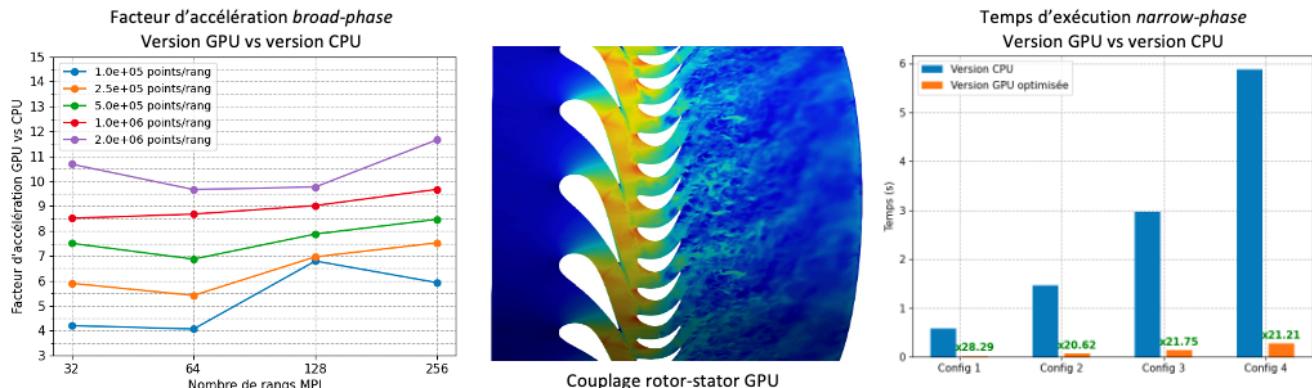
François Bodin	Université de Rennes 1	Rapporteur
Guillaume Houzeaux	Barcelona Supercomputing Center	Rapporteur
Nahid Emad	Université Paris Saclay / Université Versailles	Examinateur
Pierre Fortin	Université de Lille	Examinateur
Florent Duchaine	CERFACS	Directeur de thèse
Gabriel Staffelbach	DMPE, ONERA	Encadrant
Yvan Fournier	EDF	Invité

Résumé

La simulation numérique multi-physiques utilise des codes de calcul spécialisés, basés sur des modèles et méthodes numériques propres à chacun. Les faire interagir le plus simplement possible et de façon modulaire implique l'utilisation d'un logiciel tiers, appelé coupleur de codes. La bibliothèque de couplage CWIPI, développée conjointement par l'ONERA et le CERFACS, permet ainsi d'effectuer les échanges entre les solveurs couplés, malgré des maillages non-coïncidents, grâce à de l'interpolation de champs. L'étude de cette thèse s'inscrit dans ce contexte et consiste à concevoir et implémenter des algorithmes de localisation géométrique en multi-processus multi-GPUs, pour l'interpolation de champs proposée par la bibliothèque CWIPI.

En premier lieu, les travaux de cette thèse ont proposé un portage multi-GPUs d'algorithme de rééquilibrage de charge dynamique. Ce dernier est essentiel puisque seule une zone restreinte du domaine de calcul est le plus souvent considérée lors d'un couplage. Le cœur de l'étude s'est ensuite focalisé sur la construction de structures d'octrees distribués en multi-GPUs, dans une approche *bottom-up*. Le but était ainsi d'accélérer le calcul des coefficients d'interpolation, qui correspond à la phase la plus couteuse, du fait de calculs récurrents lors des déplacements ou du remaillage dynamique de la zone de couplage. Le parcours de ces arbres, ainsi que les tests élémentaires d'intersection ou d'inclusion de cellules ont aussi été développés en GPU. Enfin, un cas de couplage rotor/stator de grande envergure a été testé pour évaluer l'impact d'un tel couplage sur une configuration d'intérêt industriel. Les résultats obtenus ont permis d'atteindre des facteurs d'accélération de x100 vis-à-vis des implémentations CPU pour l'équilibrage de charge et la construction de l'octree. Le couplage rotor/stator

quant à lui a doublé la vitesse de l'étape de localisation, ouvrant la voie à des configurations encore plus volumineuses et présentant des recouvrements de maillages complets.



Mots clés

Géométrie algorithmique, Couplage de codes, Algorithmes de localisation, Octree, Équilibrage de charge dynamique, GPU, CUDA, HPC